

(11)特許出願公開番号

特開平9-219697

(43)公開日 平成9年(1997)8月19日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	弁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 L 1/00			H 0 4 L 1/00	D
G 0 6 F 13/00	3 5 1		G 0 6 F 13/00	3 5 1 L
H 0 4 B 7/26			H 0 4 B 17/00	D
H 0 4 Q 7/38			H 0 4 L 27/18	A
H 0 4 B 17/00			H 0 4 B 7/26	C
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 34 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平8-24328

(22)出願日 平成8年(1996)2月9日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 發明者 九鬼 輝

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72)発明者 中野 貴彦

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

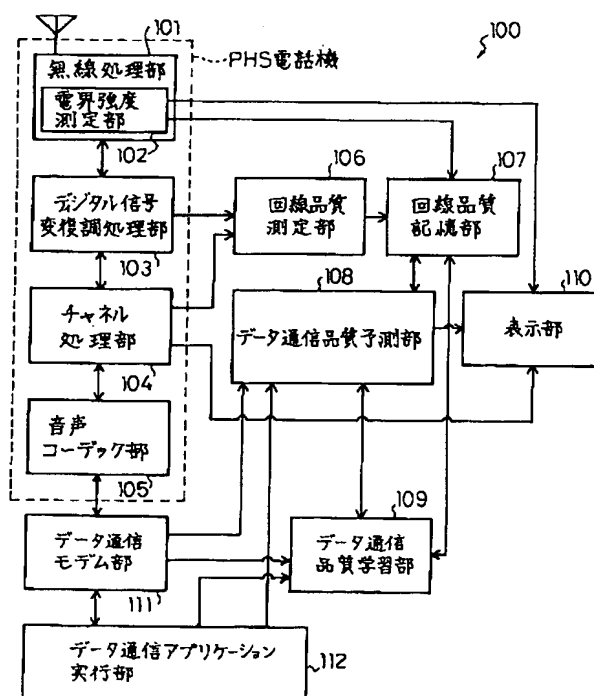
(74)代理人 弁理士 原 謙三

(54) 【発明の名称】 無線通信装置

(57) 【要約】

【課題】 無線回線品質の変動を的確に把握し、データ通信の成否の可能性をより確実に且つきめ細かく予測して表示し得る無線通信装置を提供する。

【解決手段】 電界強度測定部１０２、デジタル信号変復調処理部１０３、チャンネル処理部１０４等で得られる情報に基づいて回線品質測定部１０６が所定の時間ごとに回線品質値を求め、回線品質記憶部１０７に時系列的に記憶する。相手先との接続処理の成功／失敗時、データ転送の失敗時等に、データ通信品質学習部１０９が、それまでに蓄積された回線品質値から特徴値を抽出して学習値に反映させる。データ通信品質予測部１０８が、データ通信の実行前の時点で蓄積されている回線品質値の特徴値と、上記の学習値とを比較することにより、データ通信の成否の可能性等を予測して表示部１１０に表示する。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】無線回線を用いてデータ通信を行う無線通信装置において、

無線回線品質を測定する測定手段と、

上記測定手段によって得られた無線回線品質の測定値を時系列的に蓄積する回線品質記憶手段と、

過去のある時点からの一定期間に上記回線品質記憶手段に蓄積された無線回線品質の測定値に基づいてデータ通信の品質を予測する通信品質予測手段と、

上記通信品質予測手段によって予測された結果を使用者に報知する報知手段とを備えたことを特徴とする無線通信装置。

【請求項2】無線回線から受信した搬送波を、互いに直交する同相成分および直交成分を有する復調信号に復調する復調手段と、

上記同相成分および直交成分の各々の振幅方向を軸とする2次元空間において、上記復調信号の正規なポイントを原点に変換し、雑音によって復調信号に生じる誤差を上記原点からの距離として測定する誤差測定手段とをさらに備えたことを特徴とする請求項1記載の無線通信装置。

【請求項3】データ通信の品質を予測するための基準とする学習値を記憶する学習値記憶手段と、

データ通信に関する所定の事象が発生した時点において、その時点以前の一定期間に回線品質記憶手段に蓄積されている回線品質値の特徴を求めると共に、過去における上記の所定の事象に基づいて求められ上記学習値記憶手段に既に記憶されている学習値を、上記の特徴を反映させた新たな学習値に更新する学習値決定手段とを備え、

上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点において、その時点以前の一定期間に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、該特徴と上記学習値記憶手段に記憶されている学習値とを比較することによって、データ通信の品質を予測することを特徴とする請求項1記載の無線通信装置。

【請求項4】上記の所定の事象としてデータ通信の相手との接続処理の終了を含み、上記学習値記憶手段が、接続処理が正常終了した場合および異常終了した場合の各々に対応する学習値の少なくとも一方を記憶し、接続処理が終了する度に、上記学習値決定手段が、接続処理が終了した時点以前の一定期間に回線品質記憶手段に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、該特徴を反映させることによって、記憶されている学習値の更新を行うと共に、

上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点において、その時点以前の一定期間に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、該特徴と、上記学習値とを比較することによって、データ通信の相手との接続処理の状況を予測することを特徴とする請求項3記載の無線

通信装置。

【請求項5】複数種類の転送速度からいずれかを選択してデータ通信を行う転送手段をさらに備え、

上記学習値記憶手段が、上記転送手段で設定可能な転送速度の各々に応じた学習値をそれぞれ記憶する記憶領域を備え、

上記学習値決定手段が、データ通信に関する所定の事象が発生した時点において、その時点以前の一定期間に回線品質記憶手段に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、上記時点で転送手段が選択している転送速度に応じた記憶領域の学習値を、上記の特徴を反映させた新たな学習値に更新すると共に、

上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点において、その時点以前の一定期間に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、該特徴と上記学習値記憶手段に記憶されている学習値とを比較することにより、上記転送手段が選択可能な転送速度を予測することを特徴とする請求項3記載の無線通信装置。

【請求項6】接続処理を開始してから終了するまでの所要時間を計測する計時手段と、

過去における接続処理の所要時間と、該接続処理以前の一定期間に蓄積されている回線品質値の特徴とを学習値として記憶する学習値記憶手段と、

接続処理が終了する度に、その時点以前の一定期間に回線品質記憶手段に蓄積されている回線品質値の特徴を求めると共に、既に学習値記憶手段に記憶されている学習値を、上記の特徴および計時手段で計測された所要時間を反映させた新たな学習値に更新する学習値決定手段とを備え、

上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点において、その時点以前の一定期間に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、該特徴と上記学習値記憶手段に記憶されている学習値とに基づいて、データ通信の品質として、接続処理の所要時間を予測することを特徴とする請求項1記載の無線通信装置。

【請求項7】データ通信を開始してから終了するまでの所要時間を計測する計時手段と、

過去におけるデータ通信の所要時間と、該データ通信以前の一定期間に蓄積されている回線品質値の特徴とを記憶する学習値記憶手段と、

データ通信が終了する度に、その時点以前の一定期間に回線品質記憶手段に蓄積されている回線品質値の特徴を求めると共に、既に学習値記憶手段に記憶されている学習値を、上記の特徴および計時手段で計測された所要時間を反映させた新たな学習値に更新する学習値決定手段とを備え、

上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点において、その時点以前の一定期間に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、該特徴と上記学習値記憶手段に記憶されている学習値とに基づいて、データ通信の

品質として、データの連続通信が可能な時間を予測することを特徴とする請求項1記載の無線通信装置。

【請求項8】複数種類のデータ通信アプリケーションからいずれかを選択して実行する通信実行手段を備え、上記学習値記憶手段が、上記通信実行手段で選択可能なデータ通信アプリケーションの各々に応じた学習値を記憶する記憶領域を備え、

上記学習値決定手段が、データ通信に関する所定の事象が発生した時点で、通信実行手段が選択しているデータ通信アプリケーションに応じた記憶領域に記憶されている学習値を更新すると共に、

上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点で、通信実行手段が選択しているデータ通信アプリケーションに応じた記憶領域に記憶されている学習値を用いて予測を行うことを特徴とする請求項3、6または7記載の無線通信装置。

【請求項9】上記学習値記憶手段が、通信データの大きさに応じた学習値を記憶する複数種類の記憶領域を備え、

上記学習値決定手段が、データ通信に関する所定の事象が発生した時点の通信データの大きさに対応する記憶領域の学習値を更新すると共に、

上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点で、通信データの大きさに応じた記憶領域の学習値を用いて予測を行うことを特徴とする請求項3、6または7記載の無線通信装置。

【請求項10】上記学習値記憶手段が、データ通信の相手の識別子別に学習値を記憶する複数種類の記憶領域を備え、

上記学習値決定手段が、データ通信に関する所定の事象が発生した時点の通信相手の識別子に対応する記憶領域の学習値を更新すると共に、

上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点の通信相手の識別子に応じた記憶領域の学習値を用いて予測を行うことを特徴とする請求項3、6または7記載の無線通信装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばPHS(Personal Handy-phone System)等の、無線回線を用いて音声通話を行う携帯電話等を利用して、データ通信を行う無線通信装置に適用されるものであり、より詳しくは、データ通信の品質を予測して使用者に報知する機能を有する無線通信装置に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】近年、例えばPHS(Personal Handy-phone System)等の、無線回線を用いて音声通話を行うことができる携帯電話が実用化され、広く普及している。また、上記の従来の携帯電話では、音声通話を行うだけでなく、無線回線を介したデータ通信を行うことも可能

である。このようなデータ通信の最も一般的な方法としては、携帯電話にデータ通信用モデムを介してパーソナルコンピュータ等を接続し、携帯電話からのダイヤリング動作によって相手先との間に無線回線を接続し、上記パーソナルコンピュータと相手先との間で上記のデータ通信用モデムを介してデータ通信を行う方法等が用いられている。

【0003】また、従来の携帯電話は、通常、現在位置における電界強度を測定して表示する機能を備えている。これにより、使用者は、現在位置の電界強度が通話が可能な程度に強いかな否かを判断することができ、電界強度が不十分であれば適当な場所へ移動して、発呼あるいは着信待ち受けを行う。

【0004】実際に携帯電話を用いてデータ通信を行う場合、音声通話に十分な電界強度が存在することが表示されており、実際に音声通話は可能であるにも関わらず、データ通信は不可能であるという場合が往々にして存在する。すなわち、無線回線における通信品質の劣化の要因は、電界強度の低下のみではなく、フェージング、干渉、あるいは雑音等も重要な要素である。このため、無線回線の品質について、電界強度のみに基づいて、データ通信が可能かな否かの判断を正確に行うことは不可能である。

【0005】音声通話においては、無線回線の品質が劣化することによりノイズの増加や音声レベルの低下が発生したとしても、ある程度までは人間が理解できる。また、特に音声をデジタル化した信号においては、一部のデータの欠落あるいは受信エラーが発生しても、人間の音声の周波数特性を利用した予想値による補完を行うことが可能である。また、その補完は、人間が理解できるレベルに到達できれば完璧でなくても構わない。

【0006】一方、例えばファイル転送等のデータ通信の場合は、ビット単位が重要な意味を持つので、無線回線の品質の劣化によってノイズの増加やレベルの低下が発生した場合、致命的なエラーを招来する虞がある。また、上記したような人間の音声の周波数特性を利用した予想値による補完は適さず、厳密なエラー訂正が必要となる。

【0007】これに対して、電界強度以外の要素からデータ通信の成否の可能性を予測することを目的として、特開平5-207544号公報には、受信信号の電界強度情報や雑音情報から、通信路の通信品質を判定する方法が開示されている。また、特開平5-61789号公報には、通信相手から受信したデータの誤りの状況を検出し、通信を行うに当り最適な状況であるかな否かを表示する方法が開示されている。

##### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、無線回線を介したデータ通信が可能かな否かの判断をより確実なものとするためには、さらに下記のような課題を解決す

る必要がある。

【0009】例えば、従来の一般的なデータ通信用モデムには、フレームの再送機能が付加されているものがあり、このようなモデムを用いている場合は、ある瞬間のデータ通信の品質からだけでは、データ通信の成否の可能性を正確に判断することはできない。このような構成では、使用者は、その表示をしばらく観察して状態が安定していることを確かめてから通信を行う必要があった。しかし、これはあくまでも個人の直感に頼るものであり、無線回線の品質は前述したように、様々な要因によって、有線回線に比較して変動し易いものであるため、確実な予測は不可能である。

【0010】また、近年は通信機器のマルチメディア化が進んでおり、1台の通信装置が様々な通信アプリケーションを搭載し、使用者の選択に応じて、例えば、音声通話機能のみならず、FAX機能、電子メール機能、あるいはファイル転送機能等の種々の機能を実現することが可能となっている。これらの通信アプリケーションは、互いに異なるプロトコルを有しているものもあり、扱うデータの形態やそのデータ量も様々である。このため、従来のように、単純にある瞬間の無線回線の品質のみに基づいた予測方法では、種々のデータ通信の成否の可能性を使用者に確実に提示することは不可能である。

【0011】本発明は、無線回線の品質の変動状況をより的確に把握し、使用者に対して、データ通信の成否の可能性をより確実に、且つよりきめ細かく提示することにより、使用者がより適切な状況でデータ通信を行うことが可能な無線通信装置を提供することを目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本発明の請求項1記載の無線通信装置は、無線回線を用いてデータ通信を行う無線通信装置において、無線回線品質を測定する測定手段と、上記測定手段によって得られた無線回線品質の測定値を時系列的に蓄積する回線品質記憶手段と、過去のある時点からの一定期間に上記回線品質記憶手段に蓄積された無線回線品質の測定値に基づいてデータ通信の品質を予測する通信品質予測手段と、上記通信品質予測手段によって予測された結果を使用者に報知する報知手段とを備えたことを特徴としている。

【0013】請求項1記載の構成によれば、測定手段が無線回線品質を測定し、その測定値が記憶手段に時系列的に記憶される。なお、測定する無線回線品質としては、その無線回線の特性やデータ通信方式に応じて適切なものを選択することが好ましい。さらに、通信品質予測手段が、過去のある時点からの一定期間に上記記憶手段に蓄積された無線回線品質の測定値に基づいてデータ通信の品質を予測し、その予測結果を、報知手段によって使用者に報知する。これにより、使用者は、データ通

信の実行に先立って、データ通信の成功の可能性を報知手段にて確認することができ、成功の可能性が低い場合には、より良好な状況で通信が可能な位置へ移動するか、あるいは状況が改善されるまでデータ通信の実行を延期する等の処置をとることが可能となる。また、上記の予測は、所定の期間における測定値の蓄積結果から得られるものであるため、ある瞬間のみの測定値に基づいた予測に比較して高い信頼性を有している。この結果、回線品質が変動し易い無線回線の状況を的確に把握し、データ通信の品質の予測を効果的に行うことが可能な無線通信装置を提供することが可能となる。

【0014】請求項2記載の無線通信装置は、請求項1記載の無線通信装置において、無線回線から受信した搬送波を、互いに直交する同相成分および直交成分を有する復調信号に復調する復調手段と、上記同相成分および直交成分の各々の振幅方向を軸とする2次元空間において、上記復調信号の正規なポイントを原点に変換し、雑音によって復調信号に生じる誤差を上記原点からの距離として測定する誤差測定手段とをさらに備えたことを特徴としている。

【0015】請求項2記載の構成によれば、復調手段が、無線回線から受信した搬送波を、互いに直交する同相成分および直交成分を有する復調信号に復調し、誤差測定手段が、上記の復調信号の正規なポイントを2次元空間上の原点に変換することにより、雑音によって復調信号に生じる誤差を、上記原点からの距離として測定する。これにより、雑音による誤差のみを、雑音の性質を損なわずに観測することが可能となり、雑音の性質を容易に測定することが可能となる。例えば、不規則に発生するインパルス性の雑音についても、雑音が位相と振幅とのどちらにより強く影響を及ぼしているかということ判定することもできる。また、誤差測定手段は、正規なポイントを原点として雑音成分のみを抽出するため、例えば誤差測定手段の出力を、例えばオシロスコープ等に入力することにより、雑音の特性を目視によって容易に確認することも可能となる。この結果、回線品質が変動し易い無線回線の状況をより的確に把握することができ、データ通信の品質の予測を効果的に行うことが可能な無線通信装置を提供することが可能となる。

【0016】請求項3記載の無線通信装置は、請求項1記載の無線通信装置において、データ通信の品質を予測するための基準とする学習値を記憶する学習値記憶手段と、データ通信に関する所定の事象が発生した時点において、その時点以前の一定期間に回線品質記憶手段に蓄積されている回線品質値の特徴を求めると共に、過去における上記の所定の事象に基づいて求められ上記学習値記憶手段に既に記憶されている学習値を、上記の特徴を反映させた新たな学習値に更新する学習値決定手段とを備え、上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点において、その時点以前の一定期間に蓄積さ

れている回線品質値の特徴を求め、該特徴と上記学習値記憶手段に記憶されている学習値とを比較することによって、データ通信の品質を予測することを特徴としている。

【0017】請求項3記載の構成によれば、データ通信の品質を予測するための基準とする学習値が学習値記憶手段に記憶されており、通信品質予測手段は、データ通信の品質の予測を行う時点以前の一定期間において回線品質記憶手段に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、求めた特徴と、上記学習値記憶手段に記憶されている学習値とを比較することによって、データ通信の品質の予測を行う。また、上記の学習値は、例えば、相手先との無線回線接続処理の失敗あるいはデータ転送の失敗等のようなデータ通信に関する所定の事象が発生した時点において、その時点以前の一定期間に回線品質記憶手段に蓄積されている回線品質値の特徴が反映されることにより、常に更新されている。すなわち、データ通信の品質の予測を行う際の基準が、状況に応じた学習によって常に更新されることにより、データ通信の予測の信頼性がさらに高められる。この結果、回線品質が変動し易い無線回線の状況をより的確に把握し、データ通信の品質の予測を確実に行うことができる無線通信装置を提供することが可能となる。

【0018】請求項4記載の無線通信装置は、請求項3記載の無線通信装置において、上記の所定の事象としてデータ通信の相手との接続処理の終了を含み、上記学習値記憶手段が、接続処理が正常終了した場合および異常終了した場合の各々に対応する学習値の少なくとも一方を記憶し、接続処理が終了する度に、上記学習値決定手段が、接続処理が終了した時点以前の一定期間に回線品質記憶手段に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、該特徴を反映させることによって、記憶されている学習値の更新を行うと共に、上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点において、その時点以前の一定期間に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、該特徴と、上記学習値とを比較することによって、データ通信の相手との接続処理の状況を予測することを特徴としている。

【0019】請求項4記載の構成では、データ通信の相手との接続処理が終了する毎に、その終了時点以前の一定期間に回線品質記憶手段に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、その特徴を反映させて学習値が更新される。また、この学習値は、接続処理が正常終了した場合または異常終了した場合の少なくとも一方の場合に更新されるものであり、上記の両方の場合に更新される場合には、各場合に応じて別個の学習値が設けられている。つまり、上記の構成では、接続処理の終了時の回線品質値の特徴が、終了時の状況に応じた学習値に反映される。

【0020】データ通信は、一般的に、データの転送に

先立って相手先との間で回線の接続を行ってデータの転送が可能な状態を確立する第1段階、実際にデータの転送を行う第2段階、および相手先との接続を解除する第3段階に大別することができ、請求項4における接続処理は、例えば、上記の第1段階に相当する。上記の構成では、接続処理が正常終了した場合と異常終了した場合との少なくとも一方に応じた学習値が記憶されているので、データ通信の品質を予測する時点で蓄積されている回線品質値から抽出される特徴と、上記の学習値とを比較することにより、データ通信の品質の予測として、これから実行される接続処理が成功する可能性を、より確実に予測することができる。この結果、回線品質が変動し易い無線回線の状況をより的確に把握し、データ通信の品質の予測の確実性が向上された無線通信装置を提供することが可能となる。

【0021】請求項5記載の無線通信装置は、請求項3記載の無線通信装置において、複数種類の転送速度からいずれかを選択してデータ通信を行う転送手段をさらに備え、上記学習値記憶手段が、上記転送手段で設定可能な転送速度の各々に応じた学習値をそれぞれ記憶する記憶領域を備え、上記学習値決定手段が、データ通信に関する所定の事象が発生した時点において、その時点以前の一定期間に回線品質記憶手段に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、上記時点で転送手段が選択している転送速度に応じた記憶領域の学習値を、上記の特徴を反映させた新たな学習値に更新すると共に、上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点において、その時点以前の一定期間に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、該特徴と上記学習値記憶手段に記憶されている学習値とを比較することにより、上記転送手段が選択可能な転送速度を予測することを特徴としている。

【0022】請求項5記載の構成によれば、データ通信に関する所定の事象が発生した時点において求められる特徴値は、その時点で転送手段で選択されている転送速度に応じた記憶領域に記憶されている学習値に反映される。すなわち、上記の構成で用いられる学習値は、転送手段で選択可能な転送速度の各々に応じた学習値となっている。さらに、通信品質予測手段は、データ通信の品質を予測する時点において、その時点で蓄積されている回線品質値から抽出される特徴と、上記学習値記憶手段に記憶されている学習値とを比較することによって、上記転送手段が選択可能な転送速度を予測し、予測した結果を使用者に報知する。

【0023】これにより、状況に応じた適切な転送速度でデータ通信を行うことが可能となると共に、上記転送速度を選択する基準となる学習値が、ある瞬間の回線品質値に基づいたものではなく、一定期間蓄積された回線品質値から抽出される特徴が反映されることによって、常に更新されている値であるので、転送速度の選択がよ

り適切に行われることになる。この結果、回線品質が変動し易い無線回線を用いても、データ通信の品質をより確実に予測することができる無線通信装置を提供することが可能となる。

【0024】請求項6記載の無線通信装置は、請求項1記載の無線通信装置において、接続処理を開始してから終了するまでの所要時間を計測する計時手段と、過去における接続処理の所要時間と、該接続処理以前の一定期間に蓄積されている回線品質値の特徴とを学習値として記憶する学習値記憶手段と、接続処理が終了する度に、その時点以前の一定期間に回線品質記憶手段に蓄積されている回線品質値の特徴を求めると共に、既に学習値記憶手段に記憶されている学習値を、上記の特徴および計時手段で計測された所要時間を反映させた新たな学習値に更新する学習値決定手段とを備え、上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点において、その時点以前の一定期間に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、該特徴と上記学習値記憶手段に記憶されている学習値とに基づいて、データ通信の品質として、接続処理の所要時間を予測することを特徴としている。

【0025】請求項6記載の構成では、データ通信を行う度に、計時手段によって、接続処理を開始してから終了するまでの所要時間が計測され、計測された所要時間は、その接続処理以前の一定期間に蓄積されている回線品質値から抽出された特徴と共に、学習値として記憶される。また、通信品質予測手段は、データ通信の品質を予測する時点において、その時点以前の一定期間に蓄積されている回線品質値から特徴を抽出し、抽出した特徴と上記学習値記憶手段に記憶されている学習値とに基づいて、今回のデータ通信の接続処理の所要時間の予測を行う。

【0026】また、上記の学習値は、データ通信が行われる度に、接続処理の所要時間およびその時に蓄積されている回線品質値の特徴に応じて、常に更新される。すなわち、データ通信の品質としての接続処理の所要時間を予測する基準となる学習値が、状況に応じて常に更新されているので、予測される所要時間の信頼性をさらに向上させることができる。この結果、回線品質が変動し易い無線回線の状況をより的確に把握し、データ通信の品質の予測を効果的に行うことができる無線通信装置を提供することが可能となる。

【0027】請求項7記載の無線通信装置は、請求項1記載の無線通信装置において、データ通信を開始してから終了するまでの所要時間を計測する計時手段と、過去におけるデータ通信の所要時間と、該データ通信以前の一定期間に蓄積されている回線品質値の特徴とを記憶する学習値記憶手段と、データ通信が終了する度に、その時点以前の一定期間に回線品質記憶手段に蓄積されている回線品質値の特徴を求めると共に、既に学習値記憶手段に記憶されている学習値を、上記の特徴および計時手

段で計測された所要時間を反映させた新たな学習値に更新する学習値決定手段とを備え、上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点において、その時点以前の一定期間に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、該特徴と上記学習値記憶手段に記憶されている学習値とに基づいて、データ通信の品質として、データの連続通信が可能な時間を予測することを特徴としている。

【0028】請求項7記載の構成によれば、データ通信を行う度に、データ通信を開始してから正常終了あるいは異常終了するまでの所要時間が、計時手段によって計測される。計測されたデータ通信の所要時間は、該データ通信以前の一定期間に蓄積されている回線品質値から抽出される特徴と共に、学習値記憶手段に学習値として記憶される。通信品質予測手段は、データ通信の品質を予測する時点において、その時点以前の一定期間に蓄積されている回線品質値から抽出される特徴と上記学習値とに基づいて、データの連続通信が可能な時間を予測する。

【0029】また、上記の学習値は、データ通信が行われる度に、データ通信が正常終了あるいは異常終了するまでの時間およびその時に蓄積されている回線品質値の特徴を反映して常に更新される。すなわち、データ通信の品質としての、連続通信が可能な時間を予測するための基準となる学習値が、状況に応じて常に更新されているので、予測値の信頼性をさらに向上させることができる。この結果、回線品質が変動し易い無線回線の状況をより的確に把握し、データ通信の品質の予測を効果的に行うことができる無線通信装置を提供することが可能となる。

【0030】請求項8記載の無線通信装置は、請求項3、6または7記載の無線通信装置において、複数種類のデータ通信アプリケーションからいずれかを選択して実行する通信実行手段を備え、上記学習値記憶手段が、上記通信実行手段で選択可能なデータ通信アプリケーションの各々に応じた学習値を記憶する記憶領域を備え、上記学習値決定手段が、データ通信に関する所定の事象が発生した時点で、通信実行手段が選択しているデータ通信アプリケーションに応じた記憶領域に記憶されている学習値を更新すると共に、上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点で、通信実行手段が選択しているデータ通信アプリケーションに応じた記憶領域に記憶されている学習値を用いて予測を行うことを特徴としている。

【0031】請求項8記載の構成によれば、通信実行手段で実行可能なデータ通信アプリケーションの各々に応じた学習値が学習値記憶手段の各領域に記憶されており、通信品質予測手段は、データ通信の品質を予測する時点で、通信実行手段が選択しているデータ通信アプリケーションに応じた学習値に基づいて、データ通信の品

質の予測を行う。また、上記の学習値は、データ通信に関する所定の事象が発生した時に、その時点で選択されているデータ通信アプリケーションに応じたものが更新される。例えば、回線品質が同じ条件であったとしても、データ通信アプリケーションが異なれば、データ通信の状況も異なる場合があり得るので、上記の構成のように、データ通信アプリケーションに応じた学習値を記憶しておき、選択されているデータ通信アプリケーションに応じた学習値を用いて予測を行うことにより、データ通信の状況をよりの確に予測することが可能となる。また、各データ通信アプリケーションに応じた学習値は、該アプリケーションが実行されている場合において常に更新されるため、予測の信頼性をさらに向上させることができる。この結果、回線品質が変動し易い無線回線の状況をよりの確に把握し、データ通信の品質の予測を効果的に行うことができる無線通信装置を提供することが可能となる。

【0032】請求項9記載の無線通信装置は、請求項3、6または7記載の無線通信装置において、上記学習値記憶手段が、通信データの大きさに応じた学習値を記憶する複数種類の記憶領域を備え、上記学習値決定手段が、データ通信に関する所定の事象が発生した時点の通信データの大きさに対応する記憶領域の学習値を更新すると共に、上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点で、通信データの大きさに応じた記憶領域の学習値を用いて予測を行うことを特徴としている。

【0033】請求項9記載の構成によれば、例えば通信データの大きさに応じて通信データが複数種類に分類され、通信データの大きさに応じた学習値が学習値記憶手段の各領域に記憶されている。通信品質予測手段は、データ通信の品質を予測する時点で、通信データの大きさに応じた学習値に基づいて、データ通信の品質の予測を行う。また、データ通信に関する所定の事象が発生した時には、その時点で通信の対象となっている通信データの大きさに応じた学習値が更新される。例えば、回線品質が同じ条件であったとしても、通信するデータの大きさが異なれば、データ通信の状況も異なる場合があり得るので、上記の構成のように、データの大きさに応じた学習値を記憶しておき、通信データの大きさに応じた学習値を用いて予測を行うことにより、データ通信の状況をよりの確に予測することが可能となる。この結果、回線品質が変動し易い無線回線の状況をよりの確に把握し、データ通信の品質の予測を効果的に行うことができる無線通信装置を提供することが可能となる。

【0034】請求項10記載の無線通信装置は、請求項3、6または7記載の無線通信装置において、上記学習値記憶手段が、データ通信の相手の識別子別に学習値を記憶する複数種類の記憶領域を備え、上記学習値決定手段が、データ通信に関する所定の事象が発生した時点の通信相手の識別子に対応する記憶領域の学習値を更新す

ると共に、上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点の通信相手の識別子に応じた記憶領域の学習値を用いて予測を行うことを特徴としている。

【0035】請求項10記載の構成では、データ通信の相手の識別子ごとの学習値が学習値記憶手段の各領域に記憶されている。なお、上記の識別子としては、例えば電話番号等が相当する。また、通信品質予測手段は、データ通信の品質を予測する時点で、データ通信を行おうとする相手先の識別子に応じた学習値を学習値記憶手段から取り出し、これに基づいてデータ通信の品質の予測を行う。さらに、データ通信に関する所定の事象が発生した時には、その時点の通信相手に関する学習値が更新される。例えば、回線品質が同じ条件であったとしても、通信相手が異なれば、例えばモデム等の性能が通信相手によって異なる場合があるというような理由によって、データ通信の状況が異なる場合があり得る。このため、上記の構成のように、通信相手ごとに学習値を記憶しておき、通信相手に応じた学習値を用いて予測を行うことにより、データ通信の状況をよりの確に予測することが可能となる。この結果、回線品質が変動し易い無線回線の状況をよりの確に把握し、データ通信の品質の予測を効果的に行うことができる無線通信装置を提供することが可能となる。

【0036】

【発明の実施の形態】

【実施の形態1】本発明の実施に係る一形態について図1ないし図25に基づいて説明すれば、以下のとおりである。

【0037】この実施の形態では、PHSを利用して相手先との間に無線回線を接続し、モデムによって音声化されたデータ（見なし音声）の通信を行う無線通信装置について説明する。PHSは、従来のいわゆるコードレス電話をデジタル化したシステムであり、屋内に配置される親機と、屋外に設置される公衆サービス基地局と、これらの双方に無線で接続される子機とによって構成されている。

【0038】この実施の形態に係る無線通信装置は、無線電話としての無線回線の品質を所定の時間間隔で常時測定すると共に、測定した回線品質を時系列的に記憶し、これらの回線品質に基づいて使用者が実行しようとするデータ通信について、成功の可能性や所要時間等のデータ通信の品質を予測し、使用者に報知する機能を有している。

【0039】なお、上記の「無線回線の品質」とは、音声通話を行う際の無線回線の品質を指すものであるのに対し、「データ通信の品質」とは、データ通信を行うという観点から見た場合の無線回線の性能を示し、互いに異なるものである。すなわち、上記無線通信装置は、従来のように例えばある瞬間の電界強度のみを無線回線の品質として捉えてこれを即データ通信の品質とするので



はなく、過去のある時点から蓄積された無線回線の品質を用い、さらに状況に応じた学習値を予測の基準として用いることによって、データ通信の品質の予測をより確実に行うことを可能としたものである。

【0040】図1は、上記の無線通信装置としての無線通信装置100の概略構成を示すブロック図である。無線通信装置100は、無線処理部101およびこれに内蔵される電界強度測定部102と、デジタル信号変復調処理部103と、チャンネル処理部104と、音声コーデック部105と、回線品質測定部106と、回線品質記憶部107と、データ通信品質予測部108と、データ通信品質学習部109と、表示部110と、データ通信モデム部111と、データ通信アプリケーション実行部112とから構成されている。

【0041】上記の無線処理部101、電界強度測定部102、デジタル信号変復調処理部103、チャンネル処理部104、および音声コーデック部105は、PHSの子機（PHS電話機）に内蔵される部分であり、通常は、一体のハードウェアとして成形される。また、これらの各部分は、通常は音声通話用の端末として利用される。

【0042】回線品質測定部106、回線品質記憶部107、データ通信品質予測部108、データ通信品質学習部109、表示部110、およびデータ通信モデム部111は、データ通信に関する部分である。これらは、PHSの子機に内蔵する形態としても良く、あるいは、PHSの子機とは別体のハードウェアとして構成し、例えば図示しない接続端子をさらに備えて、PHSの子機に接続して用いる構成とすることも可能である。

【0043】データ通信アプリケーション（以下、APと略記する）実行部112は、データ通信アプリケーションを実行する部分である。データ通信アプリケーションとは、例えば、ファイル転送、ターミナル機能、FAX通信、あるいは電子メール等の種々の通信機能を実行するためのプログラム等からなる。上記データ通信AP実行部112は、上述の、PHS子機と一体あるいは別体のハードウェアに内蔵した形態としても良いし、ICカード等のように上記ハードウェアに対して着脱可能な形態とすることも可能である。上記データ通信AP部112の機能を持ったパーソナルコンピュータ等を、無線通信装置100に外部接続する形態としても良い。

【0044】また、この他に、データ通信モデム部111およびデータ通信AP実行部112を、例えばパーソナルコンピュータ等の別体のハードウェアで構成してこれを無線通信装置100に外部接続し、その他のブロックをPHSの子機に内蔵する形態とすることも可能である。

【0045】ここで、上記した各ブロックの機能について説明する。

【0046】無線処理部101は、携帯電話で使用され

る無線信号の発信、受信および変調に関する処理部であり、電界強度測定部102により電界強度の測定を行う。電界強度測定部102で測定された電界強度は、音声通話の場合に通話が可能か否かの判断基準として用いられるだけでなく、その変動状況をデータ通信品質の測定に用いるために、測定される毎に回線品質記憶部107へ転送されて記憶される。

【0047】デジタル信号変復調処理部103は、無線処理部101より入力されたIF（中間周波数）信号をデジタル復調し、ベースバンド信号をチャンネル処理部104へ出力する一方、チャンネル処理部104から入力されたベースバンド信号をデジタル変調して無線処理部101へ出力する機能を有する。

【0048】PHSの場合、上記デジタル信号変復調処理部103におけるデジタル変復調の方式として4相位相変調（ $\pi/4$ シフトQPSK）方式が用いられている。なお、無線通信装置100では、復調時に得られる互いに直交する2つの復調信号を、回線品質の測定のために用いる。よって、デジタル信号変復調処理部103から、該復調信号等の回線品質の測定に必要な信号が、回線品質測定部106へ出力される。

【0049】チャンネル処理部104は、PHSにおけるチャンネルコーデック処理、PHSのデータフレームからのデータの抽出、並びにPHSのチャンネル制御等の、PHS通信のためのプロトコルを処理する機能を有する。チャンネル処理部104は、PHSにおけるサービスの可否を予測した結果を表示部110に表示する他に、受信したベースバンド信号からPHSのフレーム信号を取り出す際に、そのフレームが正しいか否かのチェックを同時に行っているため、受信したフレームが正しいかあるいはエラーかという情報およびフレームそのもののビット情報を、回線品質の測定に利用するために、回線品質測定部106へ出力する。

【0050】音声コーデック部105は、PHSにおいては、チャンネル処理部104から送られたデジタルデータ信号を、音声符号化方式の一つであるADPCM(Adaptive Differential Pulse Code Modulation)方式を用いて音声に変換する一方、その逆に音声をデジタルデータ信号に変換する。

【0051】データ通信モデム部111は、音声を伝送する回線を用いて見なし音声によってデータ通信を行うために、データ信号と音声との間で変復調を行う。また、このデータ通信モデム部111は、回線接続処理の開始信号、回線接続処理の成功/失敗に関する情報、データ転送速度、並びにデータ通信途中の異常等を検知した場合それらの情報等の種々の情報を、データ通信品質予測部108およびデータ通信品質学習部109へ出力する。

【0052】データ通信AP実行部112は、データ通信を行う場合のアプリケーションを実行すると共に、デ



ータ通信品質予測部108およびデータ通信品質学習部109に、アプリケーションの種類、転送するデータのサイズ、通信相手先の電話番号を出力する。

【0053】回線品質測定部106（測定手段）は、デジタル信号変復調処理部103またはチャネル処理部104から、前記したような無線回線の回線品質に関する情報を受け取り、ある一定間隔ごとに、予め定められた方法によって、回線品質に関する測定値（以降、回線品質値と称する）を計算する。この回線品質値としては、例えば、復調信号の情報、ビット誤り率、フレームエラー率等を挙げることができる。この回線品質値の各々の計算方法については後に詳述する。

【0054】回線品質記憶部107（回線品質記憶手段）は、上記の回線品質測定部106にて一定の時間間隔で求められる回線品質値をそのつど入力し、これらを順次記憶する。つまり、回線品質記憶部107には、過去のある時点から一定の期間内に求められた回線品質値が時系列的に順次記憶されている。

【0055】データ通信品質予測部108（通信品質予測手段）は、上記回線品質記憶部107に記憶されている回線品質値等を利用して、使用者がこれから実行しようとするデータ通信に関する種々の予測値を算出する。これらの予測値としては、例えば、データ通信の相手先との接続処理の成功の可能性、データ通信の相手先との接続処理の所要時間、利用可能な通信速度（データ転送速度）の最大値、連続して通信が可能な時間、データ通信の成功率、必要な通信時間、見積り通信時間等を挙げることができる。

【0056】また、上記の予測値の算出に際しては、後に詳述するが、回線品質記憶部107に記憶されている回線品質値と、データ通信品質学習部109に記憶されている過去の回線品質に関する学習値との他に、データ通信AP実行部112から入力される通信アプリケーションの種類、データ通信を行おうとするデータのサイズ、相手先に関する情報等が考慮される。

【0057】また、データ通信品質学習部109（学習値決定手段）は、データ通信の品質を予測する際の基準として用いるために、過去の回線品質に関する学習値を記憶すると共に、データ通信に関する所定の事象が発生する度に、その時点以前で回線品質記憶部107に記憶されている回線品質値から特徴値を抽出し、この特徴値を反映させることによってこの学習値を更新する。なお、上記の所定の事象とは、例えば、相手先との接続処理の失敗あるいは成功や、データの転送の失敗等に相当する。

【0058】表示部110（報知手段）は、例えば液晶ディスプレイ等によって構成され、データ通信品質予測部108によって予測されたデータ通信品質を使用者に提示する。

【0059】データ通信モデム部111は、見なし音声

を用いたデータ通信を行う為にデータの変復調を行う部分で、データ信号を音声を用いて送る場合に一般に使用されているプロトコルに対応している。一般的に、使用する通信アプリケーションによって異なるプロトコルが採用されている場合が多いため、データ通信モデム部111には、使用者が使用する全てのアプリケーションのそれぞれに対応するプロトコルが準備されている必要がある。

【0060】使用者がある通信アプリケーションを使用する時に、データ通信AP実行部112は、データ通信モデム部111に信号を送ることによって、そのアプリケーションに対応したプロトコルを選択する。また、同じ通信アプリケーションを用いる場合でも、モデムの種類によって異なるプロトコルが用いられている場合がある為、データ通信モデム部111内には、通信相手が使用するプロトコルが準備されている必要がある。データ通信モデム部111は、相手との通信を行う時に、データの転送を行う前に、まず、相手との接続処理中に、使用するプロトコルを決定する。

【0061】データ通信モデム部111は、データ通信中のデータ転送速度、または、初期接続処理の成功/失敗、データ通信途中の失敗等を検知し、データ通信品質学習部109へ入力する。この入力を契機として、データ通信品質学習部109において学習が開始される。

【0062】また、データ通信モデム部111は、データ通信の最中には、データ通信品質予測部108へ、データ転送速度を入力する。

【0063】データ通信AP実行部112は、使用者が用途に応じたデータ通信を行うために複数の通信アプリケーションを備え、図2に示すように、中央処理部701および通信用データ記憶部702からなる。データ通信AP実行部112は、データ通信回線品質予測部108にて、通信アプリケーションごとの通信可能性、通信時間等を予測するために、使用アプリケーションの種類、転送するデータのサイズ、通信相手の電話番号等を知らせる機能を持つ。

【0064】データ通信AP実行部112は、前述したように、独立したハードウェアとして別体化し、無線通信装置100に対して外部接続する構成も考えられる。例えば、それ自体が表示部を備えたコンピュータである場合もあり、その場合、データ通信品質予測部108にて予測されたデータ通信品質値は、アプリケーション実行部112へ送られ、該表示部にて表示されることが可能となる。

【0065】以下に、個々の通信アプリケーションにおける実行例の説明を行う。

【0066】まず、FAX送受信について説明する。無線通信を用いたFAX送受信機能は、既に製品化がなされており、一般化しつつある。一般的には、送信用紙をスキャンさせて相手にその内容を送信し、受信した内容

が用紙に印刷出力されるものが主流であるが、パーソナルコンピュータで作成した図面や文書を用紙に印刷することなくそのまま無線回線へFAXデータとして送信するものや、相手からのFAXデータを直接コンピュータのハードディスク等へ取り込んで、ディスプレイにも表示するような構成も広く普及しつつある。

【0067】無線通信装置100は、データ通信品質の予測によって、無線を用いてFAX送受信が可能かどうか、また、送信したい内容がどれぐらいの時間で送信できるか、あるいはどの部分まで送信が可能かの予測を行うことができる。

【0068】図3(a)に、本無線通信装置100のハードウェア構成の一例として、FAX送受信が可能な構成とPHSとを組み合わせた例を示す。ここで、図3(a)に示す例では、データ通信AP実行部112、データ通信モデム部111および表示部110が、FAX送受信装置120に内蔵されている。

【0069】また、図4(a)は、本無線通信装置100のハードウェア構成の他の例であり、FAX送受信用のアプリケーションを搭載したパーソナルコンピュータ121と、PHSとを組み合わせたものである。

【0070】さらに、図5(a)は、無線通信装置100にFAX送受信用のアプリケーションが内蔵され、一体のハードウェアとして構成された例を示す。

【0071】いずれの構成においても、データ通信品質予測部108により、適用可能な最大の通信速度、相手先との接続処理の成功の可能性、接続処理の所要時間、転送するデータの大きさに応じた転送所要時間、データの連続通信が可能な時間、あるいは送信可能なデータ量等が予測され、予測された結果が表示部110に入力される。図3(b)、図4(b)、図5(b)の各々に、表示部110の表示結果の一例を示した。

【0072】なお、図4(a)に示すようにFAX送受信装置がコンピュータの場合、送信データの大きさをデータ通信AP実行部112にて把握可能なため、特に使用者が入力する必要がないが、送信用紙によるFAX送信の場合は、データ通信AP実行部112にて、送信枚数、および1枚あたりの情報量(用紙サイズ、文字数、細かさ等)を使用者が入力できる仕組みを備えていることが好ましい。

【0073】FAXデータ送信中については、データ通信AP実行部112は、データ通信残量を常にチェックしておき、データ通信品質予測部108に入力することにより、予測される値を更新することができる。

【0074】次に、通信アプリケーションの他の種類として、ファイル転送について説明する。パーソナルコンピュータで作成した文書やデータ、図面を、無線通信を用いて相手に送信したり、相手のものを取り込んだりするファイル転送機能は基本的なデータ通信機能の一つである。

【0075】本無線通信装置100では、データ通信品質の予測を行うことにより、無線を用いてファイル転送が可能かどうかの判断、送信の所要時間、あるいはファイルのどの部分まで転送できるかの予測を行うことができる。

【0076】図4(a)は、ファイル転送用の通信アプリケーション内蔵のパーソナルコンピュータとPHSとを組み合わせた構成の例を示す。また、図5(a)に示すように、無線通信装置100に専用アプリケーションを内蔵された構成としても良い。

【0077】これらの構成においても、データ通信アプリケーション実行部112から、使用するアプリケーションの種類(データ転送)、転送するデータの大きさ、また、必要であれば転送する相手先電話番号が、データ通信品質予測部108に入力される。

【0078】その結果、データ通信品質予測部108により、通信可能速度、データ通信の接続処理の可能性、接続処理に必要な見送り時間、転送するデータの大きさによる転送に必要な通信時間、データを通信する場合のデータの連続通信が可能な見送り時間(ファイル転送の場合、連続転送可能な見送りデータ量に変換される場合もある)が予測され、表示部110に入力され、図4(b)または図5(b)に示すように、表示される。

【0079】ファイル転送に関しては、送信時は、前もってデータの大きさを把握することができ、受信時においても、相手からの情報によって、通信開始時に相手のデータのサイズを知ることができる。データ通信AP実行部112は、データ通信中にデータ通信残量を常にチェックしておき、データ通信品質予測部108に入力することにより、予測される値(残りの転送時間)を更新することができる。

【0080】次に、通信アプリケーションのさらに他の種類として、ターミナル機能について説明する。例えば、外出先から、無線通信を利用して例えば自分の会社のホストコンピュータやデータベースにアクセスし、操作を行って、必要な情報を検索させたり、プログラムを実行させたりすることが可能なターミナル機能を備えたパーソナルコンピュータが知られている。現在行われているパソコン通信サービスも基本的にはこの機能を用いている。また、ある種類の電子メールの送受信なども、この機能を用いている場合がある。

【0081】この機能は、相手のホストコンピュータを操作するので、大量のデータの送受信を行うよりも、短い操作コマンドの送信を時々行いながら、長時間通信を行うケースが多い。無線通信装置100を用いれば、無線を介したターミナル機能によって相手へのアクセスが可能かどうか、また、どれぐらいの時間アクセスできるか等の判断を行うことができ、使用者にとっての利便性を向上させることができる。

【0082】図4(a)に、ターミナル機能を備えた装

置（パーソナルコンピュータ）とPHSとを組み合わせる例を示す。この例では、データ通信AP実行部112、データ通信モデム部111、および表示部110がパーソナルコンピュータ121に内蔵されている。なお、図5（a）に示すように、無線通信装置100が一体のハードウェアとして構成されている場合でも、ターミナル機能用のアプリケーションを内蔵することにより実現は可能である。

【0083】データ通信AP実行部112から、使用するアプリケーション（ターミナル機能）、また、必要であれば転送する相手先電話番号を、無線通信装置100内のデータ通信品質予測部108へ入力する。その結果、データ通信品質予測部108により、使用可能な転送速度の最大値、データ通信の接続処理成功の可能性、接続処理の所要時間、および、連続してデータ通信が可能な時間が予測され、表示部110に入力され、表示される。

【0084】データ通信AP実行部112は、データ通信中でも、通信前と同様に、予測される値（データ通信可能な見積り時間）を更新することができる。

【0085】以上のように、データ通信AP実行部112は、各種の通信アプリケーションを備え、様々な形態のハードウェア構成で実現することができる。

【0086】次に、表示部110について説明する。表示部110は、データ通信品質予測部108にて予測されたデータ通信品質の予測値を使用者に分かりやすい状態で表示する。なお、データ通信品質の予測値としては、例えば、データ転送速度の最大値、接続処理成功の可能性、接続処理の所要時間、連続したデータ送信が可能な時間、転送するデータの大きさに応じた転送所要時間、データ通信の成功率等が挙げられる。これらについては、後に詳述する。また、これらのデータ通信品質は、使用している通信アプリケーションに応じて必要なものが選択されて予測される。

【0087】次に、データ通信品質の予測に関して、上記の各ブロックが行う処理について詳細に説明する。

【0088】まず、回線品質測定部106が行う処理について説明する。回線品質測定部106では、以下に示すような方法によって回線品質値を測定する。回線品質測定部106は、データ通信の実行前あるいはデータ通信中にかかわらず、常に所定の時間間隔で回線品質値を測定し、測定した回線品質値を回線品質記憶部107に出力している。なお、回線品質値の測定は、無線通信装置100の主電源がON状態にセットされた時点から開始される。測定された回線品質値は、回線品質記憶部107に記憶され、後に、データ通信の品質の予測や、学習値の更新に用いられる。

【0089】回線品質値の測定方法としては有効な方法がいくつかあるが、ここではその中の代表的な例として、以下の4種類の方法を説明する。

（a）復調信号のアイパターンをモニターし、復調信号の誤差を求める方法。

（b）制御チャネルのフレームエラー率を測定する方法。

（c）制御チャネルのビットエラー率を測定する方法。

（d）電界強度を測定する方法。

【0090】まず、上記の（a）復調信号のアイパターンのモニターにより、復調信号の誤差を測定する方法について説明する。近年の情報通信技術の発展に伴って高速なデータ伝送が必要となり、このための技術として位相変調方式や直交振幅変調方式が採用されている。このような変調方式を用いたデータ伝送を行うためにモデムが用いられており、モデムの性能や、伝送系における雑音や歪み等を評価するために、アイパターンモニタを用いることが従来から知られている。

【0091】ここで、比較のために、従来のアイパターンモニタの一例を図25（a）および（b）に示す。同図（a）に示すように、従来のアイパターンモニタでは、復調した同相成分と直交成分の信号を入力し、等化器200において伝送系における雑音や歪みなどを除去し、その出力をDA変換器202・203でアナログ信号に変換し、波形観測器204で観測（モニタ）している。すなわち、等化器200で除去しきれなかった雑音や歪みが、正規なポイントからの誤差として、アイパターンモニタで観測できるようになっている。

【0092】また、実際の伝送系では、様々な歪みや雑音が重なりあっておくため、雑音の要素を分離する手法が、特開平4-315339号に開示されている。この手法では、正規のポイントからの位置関係を利用して、観測する復調信号を制限している。このときの、回路構成を同図（b）に示す。同図（b）において、制限器220が復調信号と正規なポイントとを比較して、所定の範囲内に復調信号があるときのみ、ラッチ回路221・222で復調信号をラッチしてアイパターンモニタに出力する。

【0093】しかし、同図（a）および（b）に示した構成のいずれにおいても、復調信号における雑音の要素を完全に分離するためには、さらに解決すべき問題が存在している。すなわち、復調信号には、様々な歪みや雑音が重なり合って不規則に発生するため、復調信号をそのまま出力していたのでは、雑音の種類を特定することは困難であり、また、観測する範囲を制限してしまうと、不規則に発生する雑音を確実に観察することが難しいという問題もある。

【0094】これらの問題を解決するために、本無線通信装置100が採用したアイパターンモニタについて、次に説明する。

【0095】PHSは、変復調方式として、 $\pi/4$ シフトQPSK方式を採用している。回線品質測定部106へは、 $\pi/4$ シフトQPSK方式により変復調を行っているディジタ

ル信号変復調処理部103から、復調された信号の同相成分および直交成分が入力される。回線品質測定部106は、後述する波形観測部を備え、この波形観測部において、上記の同相成分および直交成分に基づいて、アイパターンダイヤグラムに基づいた2次元空間上の復調信号の座標を求める。

【0096】図6は、時刻tに観測されるアイパターン

$$Z(t) = Z_r(t) + j * Z_i(t) \\ = (a_r(t) + e_r(t)) + j * (a_i(t) + e_i(t)) \quad \dots (2)$$

但し、

$Z_r(t)$ ：時刻tにおける復調信号の同相成分

$Z_i(t)$ ：時刻tにおける復調信号の直交成分

$a_r(t)$ ：時刻tにおける正規なポイントの同相成分

$a_i(t)$ ：時刻tにおける正規なポイントの直交成分

$e_r(t)$ ：時刻tにおける雑音の同相成分

$e_i(t)$ ：時刻tにおける雑音の直交成分

である。

【0097】このとき、振幅方向の雑音成分は図6に示すように、原点から正規なポイントへの延長線上にある。すなわち、振幅方向の雑音は、

$$\theta(t) = \tan^{-1} (a_r(t) / a_i(t))$$

の角度にある。この雑音成分を原点からの誤差として表

$$Y(t) = (a_r(t) - j * a_i(t)) / (a_r(t)^2 + a_i(t)^2) \quad \dots (3)$$

この(3)式は正規のポイントと逆の角度を持ち、大きさが1であるポイントを表す。すなわち、(3)式をか

$$(Z(t) - A(t)) * Y(t)$$

$$= (e_r(t) * a_r(t) + e_i(t) * a_i(t) + j * (e_i(t) * a_r(t) - e_r(t) * a_i(t))) / (a_r(t)^2 + a_i(t)^2) \quad \dots (4)$$

以上の様に(4)式で表されるポイントを表示すれば良い。

【0100】ここで、上記の(4)式の計算を行うための波形観測部の構成例を、図7のブロック図に基づいて説明する。同図において、等価器200、判定器201、DA変換器202・203、波形観測器204としては、例えばオシロスコープ等の周知の構成を用いることができる。

【0101】次に、上記の(4)式を実現している部分を同図に従って説明する。復調信号から雑音成分 $e_r(t)$ 、 $e_i(t)$ を取り出すために、復調信号 $Z_r(t)$ 、 $Z_i(t)$ から、加算器208・209により正規のポイント $a_r(t)$ 、 $a_i(t)$ をそれぞれ引くことにより、復調信号を二次元空間の原点に平行移動している。

【0102】更に、雑音成分を回転するために、乗算器210ないし213と加算器214・215で演算している。この演算結果である加算器214・215の出力を、DA変換器202・203でアナログ信号に変換し、波形観測器204で目視によって観測することができる。なお、この波形観測器204は、接続端子を介して着脱可能な構成としても良い。またDA変換器202・203の入力は、スイッチ216・217によって等

の例を示す。この時の正規のポイント $A(t)$ は、下記の(1)式で表すことができる。なお、式中のjは虚数単位であり、直交成分の方向を表す。

$$A(t) = a_r(t) + j * a_i(t) \quad \dots (1)$$

アイパターンモニタで観測する時刻tのポイントである等化器を通った復調信号は、正規のポイントに雑音による誤差が加わり(2)式として表すことができる。

し、振幅方向の雑音と位相方向の雑音として表すためには、正規のポイントを原点に変換して振幅方向を同一方向に揃える必要がある。そのためには、(2)式より正規のポイントの大きさだけ平行移動(引き算)し、正規のポイントがもつ角度と逆方向に $\theta(t)$ だけ回転すれば良い。すなわち、 $(Z(t) - A(t))$ を $-\theta(t)$ だけ回転することとなる。

【0098】正規のポイント $A(t)$ の直交成分の符号を逆にしたものを原点から正規のポイントまでの距離で割った(3)式を、(2)式にかけることにより、正規のポイントと同じ方向の成分(角度 $\theta$ の成分)を角度0に変換することができる。

【0099】

$$(Z(t) - A(t)) * Y(t)$$

けることにより、大きさが変わらず正規のポイントの角度だけ反対側に回転する。

価器200の出力側に切り替えることができるように構成されており、復調信号 $Z_r(t)$ 、 $Z_i(t)$ を波形観測器204で直接観測することも可能である。

【0103】なお、(4)式中の割り算を実現するために、基準値発生器207が設けられ、正規のポイント $a_r(t)$ 、 $a_i(t)$ と同じ角度で大きさが1の $a_r'(t)$ 、 $a_i'(t)$ を発生している。この基準値発生器207で発生する $a_r'(t)$ 、 $a_i'(t)$ は正規なポイントと1対1に対応するため、判定器201内に設けて、正規なポイントを発生するときに同時に発生することもできるが、ここでは、判定器201の外部に設ける場合の上記基準値発生器207の具体的な回路構成の一例を図8に示す。

【0104】図8は、 $\pi/4$ シフトQPSK方式で規定されている直交振幅変調に対応する回路である。 $\pi/4$ シフトQPSK方式で規定されているアイパターンの正規のポイントは、図9に示すように、 $0^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $\dots$ 、 $270^\circ$ 、 $315^\circ$ の各位置にある。これを利用して、基準値発生器207は図8に示すように設計されており、同相成分と直交成分の絶対値の大きさが等しい場合、すなわち $45^\circ$ 、 $135^\circ$ 、 $225^\circ$ 、 $315^\circ$ のときは、リミッタ238で大きさを $\pm 1/\sqrt{2}$ に制限し、同相成分と直交成分のどちらか一方が0である $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $270^\circ$ のときは、リ

ミッタ237で大きさを±1に制限する。この回路は、図9と同様に45°毎に正規のポイントがあるアイパターンに対して適応することができる。

【0105】また、上記の回路では、同相成分と直交成分の絶対値の大きさが等しいときは、整流器231・232において、 $a_r(t)$ 、 $a_i(t)$ の絶対値をとり、その絶対値を排他的論理和233と比較し、さらに反転回路234によって反転させる。同相成分と直交成分の絶対値の大きさが等しい場合、排他的論理和233の出力は0となるので、反転回路234の出力は1になる。

【0106】また、同相成分と直交成分とのどちらか一方が0であることを検出するために、乗算器235で積をとる。同相成分と直交成分のどちらか一方が0であるときは、上記乗算器235の出力は0となり、反転回路236で反転されて1が得られる。リミッタ237・238の出力は、論理積239・240・241・242で選択される。論理積239ないし242で選択されたリミッタ回路の出力は論理和243・244を通り、基準値発生器の出力 $a_r'(t)$ 、 $a_i'(t)$ として出力される。

【0107】以上の構成によって得られるアイパターンの例を、図10(a)ないし(c)にそれぞれ示す。同図(a)は、伝送系に白色雑音のみがある場合で、アイパターンは正規のポイントから円形に散乱する。同図(b)は、白色雑音に位相ジッタ(位相が揺らぐ雑音)が加わった場合で、アイパターンは位相方向(直交成分方向)に広がりのある散乱となる。同図(c)は、白色雑音にアンプリチュードジッタ(振幅が揺らぐ雑音)が入った場合で、アイパターンは振幅方向(同相成分方向)に広がった散乱になる。

【0108】このように、上述の構成によれば、二次元空間の原点を正規のポイントとして、復調信号が正規のポイントからどの程度ずれているかを観測することが可能となる。つまり、二次元空間の原点のみに着目して観測すれば良く、不規則に発生するインパルス性の雑音についても、インパルスが位相と振幅のどちらに影響しているかを簡単に判定することができる。また、上記のアイパターンを例えばオシロスコープ等に表示させることにより、雑音がどのような特性を持っているかを目視によって容易に確認することも可能となる。

【0109】図7に示す差分計算器205は、復調信号が正規のポイントからどの程度ずれているかを検出するために設けられており、一番近い正規のポイントと復調信号の座標との誤差を求める。ここでは、差分計算器205が、図11に示すように、回線品質に及ぼす影響が大きい位相方向の雑音を測定するものとする。すなわち、差分計算器205は、正規のポイントの対する復調信号の位相方向の誤差を測定し、回線品質値として回線品質記憶部107へ出力して記憶させる。

【0110】回線品質測定部106は、以上のように、

波形観測部において、2次元空間にマップされた複数の復調信号の正規のポイントからの誤差を求めて回線品質記憶部107に記憶させる処理を所定の時間間隔で行う。そして、予め定められたある一定期間が経過した後に、回線品質測定部106は、回線品質記憶部107に記憶させたこれらの誤差の平均を求める。ここで求められた平均が、過去のある時点からその時点までの回線品質値である。回線品質が良い場合には、復調信号の正規の点からのばらつきが少ないため、誤差の平均値は小さい値になるが、回線品質が悪い場合には、復調信号の正規の点からのばらつきが大きくなるため、誤差の平均値は大きくなる。

【0111】次に、(b)制御チャネルのフレームエラー率を測定する方法について説明する。この場合、回線品質測定部106には、図12に示すように、受信フレームのエラー率を求めるフレームエラー率測定部301が設けられる。フレームエラー率測定部301は、チャネル処理部104から、受信フレーム内にエラーがあったか否かの情報を入力し、この情報に基づいて算出したフレームエラー率を回線品質値として回線品質記憶装置107へ出力する。

【0112】チャネル処理部104は、CRC復号化によって受信フレーム内にエラーがあるか否かを検出する。フレームエラー率測定部301では、予め定められたある一定時間内に正しく受信されたフレームの数に対するフレームエラーの割合(フレームエラー率)を算出し、これを回線品質値とする。なお、ここで、対象とする受信フレームとしては、使用者がデータ通信処理を行う前にデータ通信品質を予測する必要があるので、PHSの下り制御チャネルにおける制御用のフレーム(下り制御スロット)を用いる。この下り制御スロットの一例は、図13(a)に示すとおりである。

【0113】また、上記したようなフレームエラー率の代わりに、フレームがエラーかどうかの情報そのものを回線品質値として出力するようにしても良い。すなわち、例えば、受信フレーム内にエラーがなければ“1”を出力し、エラーがあれば“0”を出力するように、フレームエラー率測定部301を構成する。これは、フレームエラー率を求める際に用いられる前記の一定時間を、1フレームだけを受信できる時間とすることと同等である。

【0114】一定時間内ごとに求められた値は、回線品質記憶部107へ出力される。また、使用者がデータ通信を行っている間は、下り通信スロットまたは下り制御スロットを用いてフレームエラー率の算出を行うことができる。PHSにおける下り通信スロットの一例は、図13(e)に示すとおりである。

【0115】続いて、(c)制御チャネルのビットエラー率を測定する方法について説明する。この方法は、PHSにおける回線品質の測定のために、PHSにおける

制御チャンネルのフレーム内のビットエラーを測定する方法である。この場合、回線品質測定部106は、図14に示すように、ビットパターン照合部302および参照ビットパターン記憶部303からなるビットエラー率測定部304を備えている。

【0116】上記のビットパターン照合部302は、チャンネル処理部104からCRC復号化される前のフレーム信号を入力する。なお、ここで入力するフレームは、使用者がデータ通信処理を行う以前にデータ通信品質を予測する必要があるため、PHSにおける特定の下り制御チャンネルを用いる。例えば、図13(b)ないし

(d)にそれぞれ示すようなSCCH、BCCH、あるいはPCH等を用いることができる。

【0117】PHSにおいては、通常は同期に用いるために、図13(b)ないし(d)に示すように、下り制御チャンネルの各スロットのプリアンブルや同期ワード上に、一定のビットパターンが存在する。参照ビットパターン記憶部303には、このような一定のビットパターンが予め記憶されており、ビットパターン照合部302は、参照ビットパターン記憶部303に記憶されている一定のビットパターンと、チャンネル処理部104から入力したフレームのビットパターンとを比較することによって、フレーム中のビットエラーを検出する。

【0118】また、下り制御チャンネルのSCCH、BCCH、あるいはPCH等は、例えば図13(b)ないし

(d)に示す発識別信号のように、定期的にそれぞれ同じ情報を含んでいるものがある。従って、上記したプリアンブルや同期ワードの他に、このような情報をビットエラー計測の為に利用することもできる。その他に、BCCH内には、チャンネル構成情報、システム情報などがあり、その内容をシステムが頻繁に変更しない場合には、この情報に基づいてビットエラー測定を行うことも可能である。

【0119】この場合、上記の発識別信号部分等のビットパターンが、参照用のビットパターンとして参照ビットパターン記憶部303に記憶される。なお、上記ビットパターンは必ずしも一定ではないので、変化がある毎に参照ビットパターン記憶部303内の参照用のビットパターンを更新することが必要となる。しかし、受信エラーによってビットパターンが変化する場合を考慮し、ある一定回数以上同じビットパターンを受信した場合に、参照用のビットパターンの更新を行うことが好ましい。

【0120】ビットパターン照合部302は、予め定められたある一定時間内の正しいビットに対するビットエラーの割合(ビットエラー率)を計算し、計算したビットエラー率を回線品質値として回線品質記憶部107へ出力し、記憶させる。なお、使用者がデータ通信を行っている間も、下り制御スロットを用いてビットエラー率の測定を行うことが可能である。

【0121】また、上記のビットエラー率の代わりに、ビットパターンが正しいか否かの情報そのものを回線品質値として出力するようにしても良い。すなわち、例えば、ビットが正しい場合に“1”を出力し、ビットがエラーであれば“0”を出力する。これは、ビットエラー率を求める際に用いられる前記の一定時間を、1ビットだけ受信できる時間とすることと同等である。

【0122】次に、(d)電界強度を測定する方法について説明する。ある時点のみの電界強度は、前記したように、データ通信の品質と必ずしも相関関係を持たないが、電界強度の変動の状況がデータ通信の品質に影響を及ぼす場合がある。このため、電界強度を一定時間ごとに電界強度測定部102にて測定し、回線品質値として回線品質記憶部107へ出力する。なお、この電界強度そのものが回線品質値として用いられるのではなく、後述するが、電界強度の変動の状況等が特徴として抽出されてデータ通信の品質の予測に用いられる。

【0123】以上のように、復調信号の正規のポイントからの誤差、フレームエラー率、ビットエラー率、あるいは電界強度等が回線品質測定部106において測定され、回線品質記憶部107へ記憶される。

【0124】次に、回線品質値を記憶するために設けられた回線品質記憶部107について説明する。回線品質記憶部107はメモリ等により構成されており、図15に示すように、回線品質測定部106にて一定時間間隔で測定された回線品質値を時系列的に記憶する。なお、記憶される回線品質値の個数は予めN個に決められている。ただし、Nは1以上の整数である。つまり、回線品質記憶部107は、N個のデータを順次に記憶するために、N個の記憶領域を備えている。

【0125】回線品質記憶部107にN個のデータが既に記憶されている場合、次の回線品質値が入力されてくると、最も古いデータが記憶されている箇所に新たなデータが上書きされる。回線品質記憶部107に記憶されている回線品質値は、データ通信品質予測部108がデータ通信品質の予測を行う際に、記憶されているN個のデータが古い順に取り出されて使用される。また、データ通信開始時の接続処理成功時または失敗時や、データ通信の失敗時等には、データ通信品質学習部109による学習のために、記憶されているN個のデータが古い順から取り出されてデータ通信品質学習部109へ送られる。

【0126】次に、使用者が実行しようとするデータ通信の品質を予測する処理について、詳細に説明する。無線通信装置100は、学習値を利用してデータ通信の品質の予測を行うことを特徴としており、この学習値は、データ通信に関する所定の事象が発生するごとに更新されるようになっている。ここでは、まず、主にデータ通信品質学習部109が行う、学習値の更新処理について説明する。

【0127】データ通信品質学習部109は、学習値に関して、データ通信に関する所定の事象が発生する度に、その事象が発生した時点の状況を学習値に反映させるために、その時点に回線品質記憶部107に蓄積されている回線品質値から特徴値を抽出し、この特徴値を用いて学習値を更新する処理を行う。

【0128】なお、ここで抽出される回線品質値の特徴値とは、データ通信が成功あるいは失敗した瞬間の回線品質値ではなく、過去のある時点からデータ通信が成功あるいは失敗した時点までに、回線品質記憶部107に時系列的に蓄積されている複数の回線品質値から求められる。つまり、データ通信品質学習部109は、所定の事象が発生した時点で、回線品質記憶部107に記憶されているN個の回線品質値から特徴値を求める。そして、求めた特徴値を用いて新たな学習値を算出する。

【0129】なお、データ通信の条件に応じて複数の学習値を持つことにより、予測の確実性を向上させることができる。すなわち、データ通信のアプリケーション、各アプリケーションが適用する転送速度、通信の相手先、通信データのサイズ等の種々の条件の組合せの各々に対応して学習値を設定することが好ましい。つまり、これらの条件の組合せによって、回線品質に対するデータ通信の品質が異なることが考えられるからである。

【0130】また、データ通信は、大別すると、相手先との接続処理、実際のデータ転送処理、およびデータ転送終了後の終了処理の3段階の処理から構成されている。これらの各段階において、データ通信モデム部111等が行う処理の内容はそれぞれ異なるため、使用者が実行しようとするデータ通信の成功の可能性をより確実に予測するためには、各段階の処理の成功の可能性を別々に予測することが好ましい。

【0131】このため、無線通信装置100は、データ通信のアプリケーション、各アプリケーションが適用する転送速度、通信の相手先、通信データのサイズ等の種々の条件の組合せのそれぞれに対応して複数の学習値を記憶すると共に、学習値の更新を行う契機となる所定の事象として、(1) データ通信の初期に相手先との接続処理が成功した場合、(2) データ通信の初期に相手先との接続処理が失敗した場合、(3) 実際のデータ転送が失敗した場合、の3種類の事象に対して学習値の更新が行われる。なお、学習値は、上記3種類の事象ごとに設けられており、各事象が発生した場合にはその事象に対応する学習値が更新される学習値の更新に際しては、回線品質記憶部107の複数の回線品質値から種々の特徴値が抽出されると共に、その他の必要な情報がデータ通信モデム部111等から取得されて用いられる。上記の(1)、(2)、および(3)のそれぞれの場合に更新される学習値の例について説明する。

【0132】まず、(1) 接続処理が成功した場合は、次の(7) ないし (k) の学習値が更新される。また、これら

の学習値は、データ転送速度および通信アプリケーションの条件の組合せの各々に応じて記憶されている。すなわち、使用可能なデータ転送速度が5種類、通信アプリケーションが4種類ある場合には、これらの組合せである20種類の条件に対応する学習値が存在することとなる。なお、下記の回線品質値とは、いずれも回線品質記憶部107に記憶されているN個の回線品質値を指す。

(7) 回線品質値の平均

(i) 回線品質値の変動値の平均

(v) 回線品質値の最小値

(E) 回線品質値の最大値

(f) 回線品質値が境界値以上から境界値以下へ変動した回数

(h) 回線品質値が境界値を下回った回数

(k) 接続処理の開始から接続完了までの時間

上記の(7) ないし (k) は、上記した回線品質記憶部107から抽出される特徴値を用いて更新される。

【0133】また、(2) 接続処理が失敗した場合は、次の(7) ないし (v) に示す学習値が更新される。これらの学習値は、データ転送速度、通信の相手先、および通信アプリケーションの条件の組合せの各々に応じて記憶されている。

(7) 回線品質値の平均

(7) 回線品質値の変動値の平均

(7) 回線品質値の最小値

(7) 回線品質値の最大値

(7) 接続処理が失敗した瞬間の回線品質値

(7) 回線品質値が境界値以上から境界値以下へ変動した回数

(7) 回線品質値が境界値を下回った回数

(7) 接続処理を開始してから失敗するまでの時間

上記の(7) ないし (7) は、上記した回線品質記憶部107から抽出される特徴値を用いて更新される。

【0134】さらに、(3) データ転送が失敗した場合は、次の(7) ないし (7) が特徴値として学習される。これらの学習値は、データ転送速度、通信の相手先、および通信アプリケーションの条件の組合せの各々に応じて記憶されている。

(7) 回線品質値の平均

(7) 回線品質値の変動値の平均

(7) 回線品質値の最小値

(7) 回線品質値の最大値

(7) データ通信が失敗した瞬間の回線品質値

(7) 回線品質値が境界値以上から境界値以下へ変動した回数

(7) 回線品質値が境界値を下回った回数

(7) データ転送を開始してから失敗するまでの時間（連続転送時間）

上記の(7) ないし (7) は、上記した回線品質記憶部107から抽出される特徴値を用いて更新される。



【0135】なお、上記の境界値とは、過去に接続処理の失敗またはデータ転送の失敗が起こった時点の回線品質値の学習値とする。なお、この境界値は、データ転送速度ごとに計算されるが、使用者が任意に値の設定を行うようにしても良い。また、(ヌ)については、(ケ)の値と、接続処理成功時点の回線品質値の差がある一定基準以下の場合にのみ算出される。

【0136】上記した各学習値に対応する特徴値を、図16に示す。上記の(ア)(イ)(ロ)に反映される特徴値は、回線品質記憶部107に記憶されているN個の回線品質値の平均である。また、(エ)(オ)(カ)に反映される特徴値は、上記N個の回線品質値においてそれぞれ時系列的に隣り合うデータ同士の差の絶対値を求め、さらにそれらを平均したものである。(ク)(コ)(ツ)および(エ)(オ)(カ)に反映される特徴値は、N個の回線品質値の内の最小値および最大値である。(オ)(ス)(セ)は、回線品質値が境界値より上の状態から境界値より下の状態に変動した回数である。(カ)(ケ)(コ)は、N個の回線品質値の内で、境界値

よりも下の状態である回線品質値の個数である。

【0137】なお、接続処理成功に関する境界値としては、接続処理失敗に関する境界値と同じ値を用いることができる。また、データ通信モデム部111において伝送速度が高速から低速へ切り替わった場合も、接続処理の失敗に相当するものと考え、上記の(ク)ないし(ソ)のそれぞれが求められる。

【0138】以上のように、接続処理の成功/失敗またはデータ通信の失敗が発生する毎に、回線品質記憶部107に記憶されているN個の回線品質値から特徴値が抽出される。これと同時に、データ通信品質学習部109が、このように求められた特徴値に基づいて、各特徴値の学習値を更新する。すなわち、下記の数1により、過去にデータ通信品質学習部109にて求められて記憶されている学習値がそれぞれ更新される。

【0139】

【数1】

$$\text{新しい学習値} = \frac{\text{今までの学習値} \times \text{今までの学習回数} + \text{今回求められた特徴値}}{\text{今までの学習回数} + 1}$$

【0140】これら記憶された学習値は、データ通信品質予測部108にて、データ通信品質の予測を行うときに、予測の基準として取り出される。また、データ通信を行う時に、その相手の電話番号に応じた学習値が既に存在する場合、使用者の選択により、その学習値も合わせて取り出される。

【0141】ここで、データ通信品質学習部109の構成について、図17を参照しながら説明する。データ通信品質学習部109は、特徴値抽出部641、学習値算出部642、条件記憶部643、計時部644、および学習値記憶部645（学習値記憶手段）を備えている。

【0142】特徴値抽出部641は、回線品質記憶部107に記憶されているN個の回線品質値を入力し、これらの回線品質値から、データ通信品質における特徴値を抽出する。

【0143】条件記憶部643は、データ通信AP実行部112から、使用されるアプリケーションの種類および通信相手の電話番号等を取得して記憶することに加えて、データ通信モデム部111から、接続処理開始信号、並びに接続処理の成功/失敗、データ通信の失敗等の通知信号、データ転送速度等を取得する。

【0144】また、学習値算出部642は、データ通信品質予測部108がデータ通信品質の予測を行うために条件記憶部643に使用する通信APの種類や通信相手の電話番号を入力すると、その条件に見合った学習値を学習値記憶部645より取り出し、データ通信品質予測部108へ送る。さらに、学習値算出部642は、接続処理の成功/失敗、またはデータ通信の失敗が生じる度に、条件記憶部643に記憶された条件に合致する学習値を学習値記憶部645より取り出し、特徴値抽出部6

41により抽出された特徴値を反映させて学習値を更新し、その結果を学習値記憶部645に再び記憶させる。

【0145】学習値記憶部645には、過去に行った学習の結果としての学習値が、データ通信の条件ごとにそれぞれ記憶されている。ここでは、通信相手、通信アプリケーション、およびデータ転送速度の各種条件の組合せに応じて学習値が記憶されている。記憶されている学習値は、新たに学習値を算出するときに取り出される。他、データ通信品質予測部108にてデータ通信品質の予測を行うときに、データ通信品質予測部108より指定された条件に適する学習値が、学習値算出部642によって取り出され、データ通信品質予測部108に出力される。

【0146】ここで、データ通信品質学習部109が接続処理時に行う学習の手順を、図18のフローチャートに基づいて説明すると、以下のとおりである。

【0147】通信アプリケーションが処理を開始するとき、データ通信品質学習部109は、その通信アプリケーションの種類および通信相手先の電話番号を、データ通信アプリケーション実行部112から取得し、条件記憶部643に記憶する（ステップ1、以下ではS1のように表記する）。

【0148】次に、モデムによって通信相手先との接続処理が開始されると、接続処理開始信号及びデータ転送速度の情報をデータ通信モデム部111から入力し（S2）、計時部644は、上記の接続処理開始信号に合わせてタイマーをリセットし、接続処理の所要時間の計測を開始する（S3）。

【0149】その後、データ通信モデム部111より相手先との接続処理成功の信号を受け取った場合（S4に

においてYES)は、接続処理成功に関する学習値の更新処理を行う(S5)。このS5の処理の詳細については後述する。一方、データ通信モデム部111より接続処理失敗の信号あるいは転送速度を高速から低速へ切り替えたことを通知する信号を受け取った場合(S4においてNO)には、接続処理失敗に関する学習値の更新処理を行う(S6)。このS6の処理の詳細についても後述する。

【0150】接続処理が成功した場合には、データ通信処理が続行されるので、S5の終了後、データ通信モデム部111からデータ通信処理の開始信号およびデータ転送速度を取得する(S7)。さらに、計時部644は、上記の開始信号に合わせてタイマーをリセットし、通信処理の所要時間の計測を開始する(S8)。

【0151】その後、データ通信モデム部111からデータ通信の失敗を知らせる信号または転送速度が高速から低速へ切り替わったことを通知する信号を受け取った場合(S9においてNO)は、データ通信失敗に関する学習値を更新する処理を行う(S10)。このS10の処理の詳細についても後述する。

【0152】ここで、上記のS5の処理の詳細について、図19に示すフローチャートを参照しながら説明すると以下のとおりである。

【0153】まず、転送速度および通信APの種類に応じて、学習の対象を決定する(S101)。次に、計時部644のタイマーを停止し、接続処理の所要時間の計測を停止し、この計測結果に基づいて接続処理所要時間の学習値を更新する(S102)。すなわち、学習値算出部642が、学習値記憶部645に学習値として記憶されている接続処理の所要時間を取得し、これに今回の計測結果を反映させた新たな学習値を求め、学習値記憶部645に格納する。

【0154】次に、特徴値抽出部641が、回線品質記憶部107から、現時点までの所定の時間内に順次格納されたN個の回線品質値を取り出す(S103)。学習値算出部642は、これらN個の回線品質値の平均を計算し、学習値記憶部645に学習値として記憶されている過去の回線品質値の平均を取得し、これに今回の平均を反映させて新たな学習値を求め、学習値記憶部645に格納する。

【0155】以下、同様に、S104ないしS108において、回線品質記憶部107から取得した回線品質値N個から、その変動値の平均、最大値および最小値、回線品質値が境界値以下へ変動した回数、回線品質値が境界値を下回った回数をそれぞれ求めると共に、学習値記憶部645から取得した学習値にこれらの値を反映させて更新する。

【0156】また、図18のS6およびS10の処理の詳細は、図20および図21にそれぞれ示すフローチャートのとおりである。

【0157】次に、上記のとおり学習された学習値を用いて、主にデータ通信品質予測部108が実行するデータ品質の予測処理について説明する。

【0158】データ通信品質予測部108は、回線品質記憶部107に記憶されている現在の回線品質値に関する一定期間のデータから必要な特徴値を取り出す。また、データ通信品質学習部109から、データ通信品質を予測する基準となる学習値を取り出す。この場合、通信の相手先の電話番号に対する接続処理成功時、接続処理失敗時、データ通信失敗時に関する学習値が過去に学習されている場合は、該学習値を取り出す。

【0159】データ通信モデム部111からは、データ通信開始の信号、データ通信中であれば、設定されている転送速度が入力される。データ通信AP実行部112からは、使用する通信アプリケーションの種類、転送するデータのサイズ、相手先の電話番号が入力される。データ通信品質予測部108は、このように入力された条件に基づいて、データ通信品質を予測する。

【0160】データ通信品質として予測する値は、例えば、相手先との接続処理の成功可能性、相手先との接続処理の所要時間、適用可能な最大のデータ転送速度、データの連続通信が可能な時間、使用するデータ通信アプリケーションの種類に応じた通信の成功率、データ転送の所要時間、回線が相手先と接続されている時間等である。

【0161】また、これらの予測は、過去に、相手先の電話番号に対する学習が行われて既に学習値が存在する場合には、使用者の選択により、その学習値に応じた予測を行うことも可能である。

【0162】また、上記した予測値は、データ通信の開始前に予想されるものであり、データ通信が実行されている最中は、データ通信モデム部111から取得されるデータ通信速度が、データ通信速度の予測値が変わって用いられ、その他の予測値を更新するために使用される。予測された値は、表示部110によって使用者に随時通知される。

【0163】ここで、データ通信品質予測部108の構成およびその動作について、さらに詳しく説明する。データ品質予測部108は、図22に示すように、特徴値抽出部821、データ通信品質予測値算出部822、学習値記憶部823、条件記憶部824からなる。

【0164】特徴値抽出部821では、データ通信品質学習部109の特徴値抽出部641と同様の方法で、回線品質記憶部107から取り出されたN個の回線品質値のデータから特徴値が抽出される。

【0165】条件記憶部824は、データ通信AP実行部112から、通信アプリケーションの種類、通信相手の電話番号を入力して記憶し、これに基づいて、データ通信品質学習部109より条件に適した学習値を取り出す。学習値記憶部823は、データ通信品質学習部10

9より取り出した学習値を一時記憶し、データ通信品質の予測の計算に用いる。

【0166】データ通信品質予測値算出部822は、特徴値抽出部821から取り出された特徴値と、学習値記憶部823に記憶されている学習値をもとに、データ通信品質の予測値の算出を行い、表示部110に出力する。また、場合によっては、算出した予測値を、データ通信AP実行部112へも出力する。

【0167】図23に基づいて、データ通信品質の予測の手順を説明する。

【0168】データ通信AP実行部112より、使用する通信アプリケーションの種類、通信相手の電話番号、通信するデータのサイズが前もって送られる(S21)。その後、使用者がデータ通信品質の予測を行う時点で、特徴値抽出部821が、回線品質記憶部107からN個の回線品質値のデータを取り出し、そのデータにおける特徴値を抽出する(S22)。ここで、抽出する特徴値は、前述したように、N個の回線品質値の平均、変動値の平均、最大値、最小値、境界値以下に変動した回数、境界値以下となった回数等である。

【0169】さらに、データ通信条件に応じた学習値を、データ通信品質学習部109から取り出す(S23)。前記の特徴値と上記の学習値とを用いて、以下のデータ通信の品質に関して予測値を求める。なお、通信相手の電話番号に応じた予測を行うかどうかは、使用者が予め選択する。

【0170】次に、適用可能な最大のデータ通信速度の予測を行う。まず、通信アプリケーションの種類によっては、使用する通信速度が制限されるものがあるので、それらのアプリケーションについては、通信速度の選択範囲を、使用可能な通信速度の候補だけに絞る(S24)。

【0171】その後、S22で抽出された特徴値の中の、回線品質値が境界値以下となった回数と、通信速度の候補のそれぞれに対応する学習値の中の、接続処理失敗時の境界値以下となった回数とを比較し、前者が後者以下であるという条件を満たす通信速度を選択する(S25)。ここで、全ての候補が条件を満たしていない場合、接続処理は不可能であると予測する(S26)。

【0172】S25で選ばれた転送速度については、次

$$\text{接続処理成功の可能性} = \frac{\text{接続成功時の回線品質値の変動値の平均の学習値}}{\text{今回求めた回線品質値の変動値の平均}}$$

【0178】次に、接続処理の所要時間を次の数3に基づいて予測する(S33)。

$$\text{接続処理の所要時間} = \frac{\text{接続処理成功時の接続処理所要時間の学習値}}{\text{接続処理成功可能性}}$$

【0180】さらに、データの連続転送が可能な時間を次の数4に基づいて予測する(S34)。

の方法で、さらに接続処理の可能性が判断される。S22で抽出されている特徴値の中の、回線品質値が境界値以上から境界値以下へ変動した回数と、S25で選択された通信速度の候補に対する学習値の中の、接続処理失敗時の回線品質値が境界値以上から境界値以下に変動した回数とを比較し、前者が後者以下であるという条件を満たす通信速度を選択する(S27)。ここで、全ての候補が条件を満たしていない場合(S28にてNO)、接続処理は不可能であると予測する(S37)。

【0173】さらに、S22で抽出されている特徴値の中の、回線品質値が境界値以上から境界値以下へ変動した回数と、S27で選択された通信速度の候補に対する学習値の中の、接続処理成功時の境界値以上から境界値以下へ変動した回数とを比較し、前者が後者以下である条件を満たす通信速度を選択する(S29)。

【0174】S29を終了した時点で、通信速度が一つに絞られた場合、その通信速度を予測通信速度とする。あるいは、選択候補がなければ(S30にてNO)、S37へ移行し、データ通信は不可能であると予測する。あるいは、通信速度の候補が一つに絞りにきれない場合には、抽出された特徴値の中の回線品質値の平均が、接続処理成功時の回線品質値の平均の学習値に最も近い通信速度が、予測通信速度として決定される(S31)。なお、場合によっては、ここで予測通信速度を一つに絞らずに、候補として残った複数の通信速度について以下の予測を継続してもよい。

【0175】なお、S29、S30の処理において、常に選択候補が無くなってしまう場合は、この処理を行わず、S28からS31にスキップするような手順としても良い。

【0176】次に、上記S31までの処理で選ばれた通信速度に対して、接続処理成功の可能性を次の数2に基づいて予測する(S32)。すなわち、学習値として記憶されている、接続処理成功時の回線品質値の変動値の平均を、今回特徴値として求めた回線品質値の変動値の平均で割ることにより、接続処理成功の可能性が算出される。ただし、この可能性は100%を超えないものとする。

【0177】

【数2】

【0179】

【数3】

【0181】

【数4】

$$\text{連続転送可能時間} = \frac{\text{データ転送失敗時の連続転送時間}}{\text{通信失敗時の境界値を下回っている回数の学習値}} \times \frac{\text{境界値を下回っている回数} + 1}{\text{通信失敗時の境界値を下回っている回数の学習値}}$$

【0182】また、データ転送の所要時間を次の数5に基づいて予測する(S35)。

【0183】

【数5】

$$\text{転送所要時間} = \frac{\text{転送データのサイズ}}{\text{通信速度}}$$

$$\text{データ通信の成功率} = \frac{\text{回線品質値の変動の平均} - \text{データ転送失敗時の回線品質値の変動の平均の学習値}}{\text{データ接続処理成功時の回線品質値の変動の平均の学習値} - \text{データ転送失敗時の回線品質値の変動の平均の学習値}}$$

【0186】以上の手順により、データ通信の品質に関する種々の予測値を求めることができる。求められた予測値は、表示部110に送られ、使用者に対して分かりやすい状態で表示される。

【0187】求められた予測値の表示例について、図23(a)ないし(c)に基づいて説明する。ここでは、無線通信装置100が、同図(b)ないし(c)に示すように、PHSの子機と一体のハードウェアとして構成されており、表示部110を、上記の子機に内蔵された液晶ディスプレイ901によって構成した例について説明する。

【0188】同図(a)および(b)に示すように、上記の子機は、通常の電話機と同様にダイヤルキー902と、使用者が各種の操作指示を行うための操作キー903とを備えている。使用者は操作キー903を操作することにより、データ通信に関する操作の指示を無線通信装置100に対して行うことができる。

【0189】同図(c)は上記の液晶ディスプレイ901の表示例を拡大して示すものである。ここでは、液晶ディスプレイ901上に、電界強度、接続処理成功の可能性、データ通信の成功率が棒状のグラフでそれぞれ表示され、選択可能な最大通信速度、接続処理の所要時間、データ転送の所要時間については、上記の棒状のグラフの下に数字で各々表示されている。

【0190】また、同図(b)に示す子機では、表示がLED904および液晶ディスプレイ901で行われた例であり、電界強度、接続処理成功の可能性、データ通信の成功率のそれぞれの予測値がある一定の値以上の場合に、対応するLED904が点灯されるように構成されている。選択可能な最大通信速度、接続処理の所要時間、データ転送の所要時間については、使用者が操作キー903を操作することにより、液晶ディスプレイ901上に、同図(c)に示すように数字で表示される。また、使用者は、操作キー903の操作によって、通信相手ごとの予測を行うかどうかの選択を行うことができる。

【0191】以上のように、本実施の形態1における無

【0184】また、データ通信の成功率を次の数6に基づいて予測する(S36)。

【0185】

【数6】

線通信装置100は、所定の時間間隔で無線回線の品質の測定を行い、測定した回線品質値を回線品質記憶部107に時系列的に蓄積する。そして、データ通信の品質の予測を行う際には、過去のある時点からその予測を行う時点までに蓄積されているN個の回線品質値を回線品質記憶部107から取り出して、これらの回線品質値の特徴を抽出し、抽出した特徴に基づいて、データ通信の品質の予測を行う構成である。

【0192】すなわち、従来のように、ある瞬間の回線品質のみに基づいて予測を行うのではなく、過去のある時点から継続して測定されて蓄積されている回線品質の状況に基づいた予測を行うことにより、予測結果の信頼性を従来よりも向上させることができる。

【0193】また、上記無線通信装置100は、データ通信の品質の予測を行うための基準とする学習値を持っており、相手先との接続処理の成功/失敗、あるいはデータ転送処理の失敗というような、予め定められた所定の事象が発生した時に、上記と同様に、蓄積されている回線品質値の特徴を抽出し、抽出した特徴値を反映させて上記の学習値を更新する。また、この学習値は、データ通信の条件に応じて複数種類用意されており、その事象が発生した時のデータ通信条件に応じた学習値を更新するように構成されているので、過去のデータ通信の実行状況が、学習値に適切に反映されるようになっている。これにより、状況に応じた適切な予測を行うことが可能となり、使用者がデータ通信の状況をよりの確に把握することが可能な無線通信装置を提供することができるという効果を奏する。

【0194】〔実施の形態2〕本発明の実施の係他の形態について説明すれば、下記のとおりである。

【0195】この実施の形態では、PHSを利用してベアラデータ通信を行うための構成について説明する。

【0196】PHSを利用したベアラデータ通信の場合、上記した実施の形態1で説明したようなモデムによる見なし音声を用いる場合と異なり、例えば受信データを一度音声に戻し、さらにモデムにてデータに変換するといった操作が必要なくなるので、実施の形態1におい

て図1に示した音声コーデック部105は不要となり、データ通信モデム部111の構成も前記の構成とは異なるものとなる。

【0197】公衆PHSを通して公衆回線上の既存のみなし音声用モデムにデータを送信する場合について以下に説明する。PHS電話機から送られるベアラデータは、PHSの基地局、交換局、ISDNを経由して、ベアラデータを見なし音声モデム用のデータに変換するモデムプールと呼ばれる設備につながり、ここで音声モデム用のデータに変換される。その後、公衆回線上の相手のモデムへ送られる形となる。

【0198】公衆PHSまたは構内PHSを通して公衆（構内）ネットワークへベアラデータを送信する場合、PHS電話機から送られるベアラデータは、PHSの基地局および交換局を通して、接続しているネットワークの種類（例えばX.25、ISDN等）に適したデータ形式に変換され、送信される。その後、ネットワーク上の相手のホストコンピュータ等に接続される。

【0199】上記したような、ベアラデータが送受信される無線回線においても、回線品質値として、実施の形態1で説明したのと同様に、（a）復調信号のアイパターンをモニターし、復調信号の誤差を求める方法、

（b）制御チャネルのフレームエラー率を測定する方法、（c）制御チャネルのビットエラー率を測定する方法、（d）電界強度を測定する方法、の4つの方法を用いることが可能であり、前記の実施の形態1と同様に、データ通信品質の予測を行うことができる。

【0200】〔実施の形態3〕本発明の実施の形態に係るさらに他の構成について説明すれば、以下のとおりである。

【0201】ここでは、デジタルセルラー方式の携帯電話を用いたベアラデータ通信を行う場合について説明する。デジタルセルラー方式の携帯電話を用いたベアラデータ通信サービスは、通信相手として、同じデジタル携帯電話、公衆電話回線上の既存のみなし音声用モデムにデータを送信することを想定しており、携帯電話機から送られるベアラデータは、基地局および交換局を通して、通信相手が公衆回線上的場合は、ベアラデータを見なし音声モデム用のデータに変換するモデムプールと呼ばれる設備に送られ、音声モデム用の形式に変換された後、通信相手のモデムへと送られる形となる。

【0202】デジタル方式の携帯電話を利用したベアラデータ通信の場合、無線におけるデータ変復調方式が問題となる。実施の形態1で例示したPHSと同様に、直交変復調方式を採用している場合は、無線回線の品質を測定する方法として、実施の形態1の構成と同様に、（a）復調信号のアイパターンをモニターし、復調信号の誤差を求める方法、（b）制御チャネルのフレームエラー率を測定する方法、（c）制御チャネルのビットエラー率を測定する方法、（d）電界強度を測定する方

法、の4種類の方法が全て適用できる。また、データ変復調方式が直交変復調方式以外の場合には、上記の（b）ないし（d）の方法を適用することができる。

【0203】また、（b）および（c）の方法においては、デジタルセルラー電話における制御チャネルのフォーマットを利用することができる。

【0204】すなわち、デジタルセルラー方式の携帯電話を利用したベアラデータ通信が行われている無線回線を用いる無線通信装置では、無線回線の品質の測定方法が前記実施の形態1の構成と若干異なる可能性はあるものの、測定した回線品質値を用いて学習値を求めることにより、前記実施の形態1と同様に、データ通信の品質の予測を行うことが可能である。

【0205】〔実施の形態4〕本発明の実施の形態に係るさらに他の構成について説明すれば、以下のとおりである。

【0206】ここでは、アナログ方式の携帯電話を用い、モデムによってデータを見なし音声に変換して通信する場合について説明する。アナログ方式の携帯電話を利用した場合、使用形態は、前記した実施の形態1のPHSを利用した構成と同様であり、公衆回線を通じて相手のモデムと見なし音声によるデータ通信を行う。

【0207】ただし、アナログ方式の携帯電話を利用する場合、変復調方式がPHSとは異なるため、前記実施の形態1で説明した無線回線の品質を測定する4種類の方法、すなわち、（a）復調信号のアイパターンをモニターし、復調信号の誤差を求める方法、（b）制御チャネルのフレームエラー率を測定する方法、（c）制御チャネルのビットエラー率を測定する方法、（d）電界強度を測定する方法、の内、（a）の方法は使用できない。ただし、（b）ないし（d）の方法を用いて無線回線の品質を測定することが可能である。

【0208】（b）および（c）の方法については、アナログ方式の携帯電話における制御チャネルのフォーマットを利用することができる。

【0209】

【発明の効果】以上のように、本発明の請求項1記載の無線通信装置は、無線回線品質を測定する測定手段と、上記測定手段によって得られた無線回線品質の測定値を時系列的に蓄積する回線品質記憶手段と、過去のある時点からの一定期間に上記回線品質記憶手段に蓄積された無線回線品質の測定値に基づいてデータ通信の品質を予測する通信品質予測手段と、上記通信品質予測手段によって予測された結果を使用者に報知する報知手段とを備えた構成である。

【0210】これにより、使用者は、データ通信の実行前や実行中に、データ通信の成功の可能性を報知手段にて確認することができ、成功の可能性が低い場合には、より良好な状況で通信が可能な位置へ移動するか、あるいは状況が改善されるまでデータ通信の実行を延期する

等の処置をとることが可能となる。また、上記の予測は、所定の期間における測定値の蓄積結果から得られるものであるため、ある瞬間のみの測定値に基づいた予測に比較して高い信頼性を有している。この結果、回線品質が変動し易い無線回線の状況を的確に把握することができ、データ通信の品質の予測を効果的に行うことが可能な無線通信装置を提供することができるという効果を奏する。

【0211】請求項2記載の無線通信装置は、無線回線から受信した搬送波を、互いに直交する同相成分および直交成分を有する復調信号に復調する復調手段と、上記同相成分および直交成分の各々の振幅方向を軸とする2次元空間において、上記復調信号の正規なポイントを原点に変換し、雑音によって復調信号に生じる誤差を上記原点からの距離として測定する誤差測定手段とをさらに備えた構成である。

【0212】これにより、雑音による誤差のみを、雑音の性質を損なわずに観測することが可能となり、雑音の性質を容易に測定することができる。この結果、回線品質が変動し易い無線回線の状況をよりの確に把握することができ、データ通信の品質の予測を効果的に行うことが可能な無線通信装置を提供することができるという効果を奏する。

【0213】請求項3記載の無線通信装置は、データ通信の品質を予測するための基準とする学習値を記憶する学習値記憶手段と、データ通信に関する所定の事象が発生した時点において、その時点以前の一定期間に回線品質記憶手段に蓄積されている回線品質値の特徴を求めると共に、過去における上記の所定の事象に基づいて求められ上記学習値記憶手段に既に記憶されている学習値を、上記の特徴を反映させた新たな学習値に更新する学習値決定手段とを備え、上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点において、その時点以前の一定期間に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、該特徴と上記学習値記憶手段に記憶されている学習値とを比較することによって、データ通信の品質を予測する構成である。

【0214】これにより、データ通信の品質を予測するための基準とする学習値が、無線回線の状況に応じた学習によって常に更新されることにより、データ通信の予測の信頼性がさらに高められる。この結果、回線品質が変動し易い無線回線の状況をよりの確に把握し、データ通信の品質の予測を確実に行うことができる無線通信装置を提供することができるという効果を奏する。

【0215】請求項4記載の無線通信装置は、上記の所定の事象としてデータ通信の相手との接続処理の終了を含み、上記学習値記憶手段が、接続処理が正常終了した場合および異常終了した場合の各々に対応する学習値の少なくとも一方を記憶し、接続処理が終了する度に、上記学習値決定手段が、接続処理が終了した時点以前の一

定期間に回線品質記憶手段に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、該特徴を反映させることによって、記憶されている学習値の更新を行うと共に、上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点において、その時点以前の一定期間に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、該特徴と、上記学習値とを比較することによって、データ通信の相手との接続処理の状況を予測する構成である。

【0216】これにより、データ通信の相手との接続処理が正常終了あるいは異常終了する度に、蓄積されている回線品質値の特徴を反映させて学習値が更新される。つまり、接続処理が正常終了した場合と異常終了した場合との少なくとも一方において、学習値の更新を行うことにより、これから実行される接続処理が成功する可能性をより確実に予測することができる。また、接続処理が正常終了した場合、あるいは異常終了した場合のそれぞれの場合に応じて別個の学習値を設け、それぞれ更新することにより、接続処理の成功あるいは失敗が起こった際の回線品質を、その後の予測値の判断材料としてさらに有効に利用することができる。この結果、回線品質が変動し易い無線回線の状況をよりの確に把握し、データ通信の品質の予測の確実性が向上された無線通信装置を提供することが可能となるという効果を奏する。

【0217】請求項5記載の無線通信装置は、複数種類の転送速度からいずれかを選択してデータ通信を行う転送手段をさらに備え、上記学習値記憶手段が、上記転送手段で設定可能な転送速度の各々に応じた学習値をそれぞれ記憶する記憶領域を備え、上記学習値決定手段が、データ通信に関する所定の事象が発生した時点において、その時点以前の一定期間に回線品質記憶手段に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、上記時点で転送手段が選択している転送速度に応じた記憶領域の学習値を、上記の特徴を反映させた新たな学習値に更新すると共に、上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点において、その時点以前の一定期間に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、該特徴と上記学習値記憶手段に記憶されている学習値とを比較することにより、上記転送手段が選択可能な転送速度を予測する構成である。

【0218】すなわち、転送速度を選択する基準となる学習値が、ある瞬間の回線品質値に基づいたものではなく、一定期間蓄積された回線品質値から抽出される特徴が反映されることによって、常に更新されているので、転送速度の選択がより適切に行われることになる。この結果、回線品質が変動し易い無線回線を用いても、データ通信の品質を適切に予測することが可能な無線通信装置を提供することが可能となるという効果を奏する。

【0219】請求項6記載の無線通信装置は、接続処理を開始してから終了するまでの所要時間を計測する計時手段と、過去における接続処理の所要時間と、該接続処

理以前の一定期間に蓄積されている回線品質値の特徴とを学習値として記憶する学習値記憶手段と、接続処理が終了する度に、その時点以前の一定期間に回線品質記憶手段に蓄積されている回線品質値の特徴を求めると共に、既に学習値記憶手段に記憶されている学習値を、上記の特徴および計時手段で計測された所要時間を反映させた新たな学習値に更新する学習値決定手段とを備え、上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点において、その時点以前の一定期間に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、該特徴と上記学習値記憶手段に記憶されている学習値とに基づいて、データ通信の品質として、接続処理の所要時間を予測する構成である。

【0220】これにより、データ通信が行われる度に、接続処理の所要時間およびその時に蓄積されている回線品質値の特徴に応じて、学習値が常に更新される。すなわち、データ通信の品質としての接続処理の所要時間を予測する基準となる学習値が、状況に応じて常に更新されているので、予測される所要時間の信頼性をさらに向上させることができる。この結果、回線品質が変動し易い無線回線の状況をよりの確に把握し、データ通信の品質の予測を効果的に行うことができる無線通信装置を提供することができるという効果を奏する。

【0221】請求項7記載の無線通信装置は、データ通信を開始してから終了するまでの所要時間を計測する計時手段と、過去におけるデータ通信の所要時間と、該データ通信以前の一定期間に蓄積されている回線品質値の特徴とを記憶する学習値記憶手段と、データ通信が終了する度に、その時点以前の一定期間に回線品質記憶手段に蓄積されている回線品質値の特徴を求めると共に、既に学習値記憶手段に記憶されている学習値を、上記の特徴および計時手段で計測された所要時間を反映させた新たな学習値に更新する学習値決定手段とを備え、上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点において、その時点以前の一定期間に蓄積されている回線品質値の特徴を求め、該特徴と上記学習値記憶手段に記憶されている学習値とに基づいて、データ通信の品質として、データの連続通信が可能な時間を予測する構成である。

【0222】これにより、データ通信を行う度に、データ通信を開始してから正常終了あるいは異常終了するまでの所要時間が、計時手段によって計測され、計測されたデータ通信の所要時間は、該データ通信以前の一定期間に蓄積されている回線品質値から抽出される特徴と共に、学習値として記憶される。さらに、この特徴と学習値とに基づいて、データの連続通信が可能な時間が予測される。また、上記の学習値は、データ通信が行われる度に、状況に応じて常に更新されているので、予測値の信頼性をさらに向上させることができる。この結果、回線品質が変動し易い無線回線の状況をよりの確に把握

し、データ通信の品質の予測を効果的に行うことが可能な無線通信装置を提供できるという効果を奏する。

【0223】請求項8記載の無線通信装置は、複数種類のデータ通信アプリケーションからいずれかを選択して実行する通信実行手段を備え、上記学習値記憶手段が、上記通信実行手段で選択可能なデータ通信アプリケーションの各々に応じた学習値を記憶する記憶領域を備え、上記学習値決定手段が、データ通信に関する所定の事象が発生した時点で、通信実行手段が選択しているデータ通信アプリケーションに応じた記憶領域に記憶されている学習値を更新すると共に、上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点で、通信実行手段が選択しているデータ通信アプリケーションに応じた記憶領域に記憶されている学習値を用いて予測を行う構成である。

【0224】これにより、実行可能なデータ通信アプリケーションの各々に応じた学習値が学習値記憶手段の各領域に記憶され、データ通信の品質を予測する時点で、通信実行手段が選択しているデータ通信アプリケーションに応じた学習値に基づいて、データ通信の品質の予測が行われる。また、上記の学習値は、データ通信に関する所定の事象が発生した時に、その時点で選択されているデータ通信アプリケーションに応じたものが更新されるので、データ通信の状況を、データ通信アプリケーションの種類に応じてよりの確に予測することが可能となる。また、各データ通信アプリケーションに応じた学習値は、該アプリケーションが実行されている場合において常に更新されるため、予測の信頼性をさらに向上させることができる。この結果、回線品質が変動し易い無線回線の状況をよりの確に把握し、データ通信の品質の予測を効果的に行うことができる無線通信装置を提供することが可能となるという効果を奏する。

【0225】請求項9記載の無線通信装置は、上記学習値記憶手段が、通信データの大きさに応じた学習値を記憶する複数種類の記憶領域を備え、上記学習値決定手段が、データ通信に関する所定の事象が発生した時点の通信データの大きさに対応する記憶領域の学習値を更新すると共に、上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点で、通信データの大きさに応じた記憶領域の学習値を用いて予測を行う構成である。

【0226】これにより、通信データの大きさに応じた学習値に基づいて、データ通信の品質の予測が行われ、データ通信に関する所定の事象が発生した時には、その時点で通信の対象となっている通信データの大きさに応じた学習値が更新される。この結果、データ通信の状況を、データの大きさに応じてよりの確に予測することが可能となり、回線品質が変動し易い無線回線の状況をよりの確に把握し、データ通信の品質の予測をさらに効果的に行うことが可能な無線通信装置を提供することができるという効果を奏する。



【0227】請求項10記載の無線通信装置は、上記学習値記憶手段が、データ通信の相手の識別子別に学習値を記憶する複数種類の記憶領域を備え、上記学習値決定手段が、データ通信に関する所定の事象が発生した時点の通信相手の識別子に対応する記憶領域の学習値を更新すると共に、上記通信品質予測手段が、データ通信の品質を予測する時点の通信相手の識別子に応じた記憶領域の学習値を用いて予測を行う構成である。

【0228】これにより、データ通信の相手の識別子ごとの学習値が学習値記憶手段の各領域に記憶され、データ通信の品質を予測する時点で、データ通信を行おうとする相手先の識別子に応じた学習値に基づいてデータ通信の品質が予測される。さらに、データ通信に関する所定の事象が発生した時には、その時点の通信相手に関する学習値が更新される。この結果、データ通信の状況を、通信相手に応じてよりの確に予測することが可能となる。この結果、回線品質が変動し易い無線回線の状況をよりの確に把握し、データ通信の品質の予測を効果的に行うことができる無線通信装置を提供することが可能となるという効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施に係る一形態としての無線通信装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】上記無線通信装置が備えるデータ通信アプリケーション実行部と、それに関連するブロックとの関係を示すブロック図である。

【図3】同図(a)は、上記無線通信装置のハードウェア構成の一例を示す説明図であり、同図(b)は、使用者に予測結果を提示する表示画面の一例を示す説明図である。

【図4】同図(a)は、上記無線通信装置のハードウェア構成の他の例を示す説明図であり、同図(b)は、使用者に予測結果を提示する表示画面の他の例を示す説明図である。

【図5】同図(a)は、上記無線通信装置のハードウェア構成のさらに他の例を示す説明図であり、同図(b)は、使用者に予測結果を提示する表示画面のさらに他の例を示す説明図である。

【図6】ある時刻における復調信号のアイパターンの正規な位置と、上記復調信号に含まれる誤差とを示す説明図である。

【図7】アイパターンの観測を行うための回路の構成を示すブロック図である。

【図8】基準値発生器の構成を示す回路図である。

【図9】PHSで採用されている $\pi/4$ シフトQPSK方式におけるアイパターンを示す説明図である。

【図10】同図(a)は、復調信号に白色雑音が含まれる場合に観測されるアイパターン、同図(b)は、復調信号に白色雑音と位相ジッタが含まれる場合に観測されるアイパターン、同図(c)は、復調信号に白色雑音

とアンプリチュードジッタが含まれる場合に観測されるアイパターンをそれぞれ示す説明図である。

【図11】復調信号に含まれる誤差の測定方法を示す説明図である。

【図12】回線品質値としてフレームエラー率を測定する場合の、回線品質測定部の構成およびその他のブロックとの関係を示すブロック図である。

【図13】同図(a)および(e)は、回線品質値を測定する対象となる下り制御スロットの一例をそれぞれ示す説明図であり、同図(b)ないし(d)は、回線品質値を測定する対象となる制御チャネルの一例をそれぞれ示す説明図である。

【図14】回線品質値としてビットエラー率を測定する場合の、回線品質測定部の構成およびその他のブロックとの関係を示すブロック図である。

【図15】回線品質記憶部の構成と、他のブロックとの関係とを示す説明図である。

【図16】回線品質記憶部に記憶されているN個の回線品質値から抽出される種々の特徴値の例を示す説明図である。

【図17】上記無線通信装置において、学習値の更新処理を行う主なブロックと、これらのブロックの間でやりとりされる主要なデータとを示す説明図である。

【図18】学習値の更新処理の手順を示すフローチャートである。

【図19】図18に示すフローチャート中のS5の処理の詳細を示すフローチャートである。

【図20】図18に示すフローチャート中のS6の処理の詳細を示すフローチャートである。

【図21】図18に示すフローチャート中のS10の処理の詳細を示すフローチャートである。

【図22】上記無線通信装置において、データ通信品質の予測の処理を行う主なブロックと、これらのブロック同士の間でやりとりされる主要なデータとを示す説明図である。

【図23】データ通信品質の予測処理の手順を示すフローチャートである。

【図24】同図(a)および(b)は、図1に示した各ブロックをPHSの子機に集約した場合のハードウェア構成の外観を概略的に示す説明図であり、同図(c)は、上記ハードウェア構成が備えているディスプレイの表示画面の一例を示す説明図である。

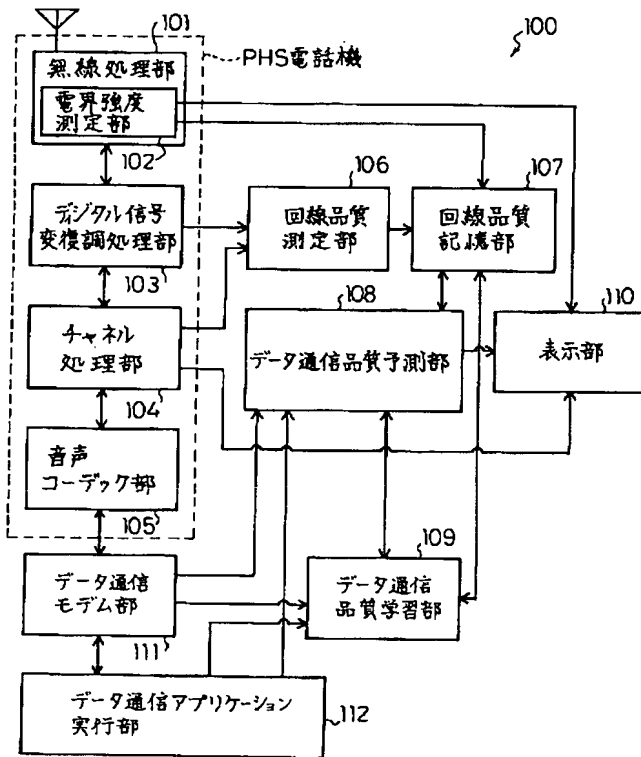
【図25】同図(a)および(b)は、従来のアイパターンモニタの構成例をそれぞれ示すブロック図である。

#### 【符号の説明】

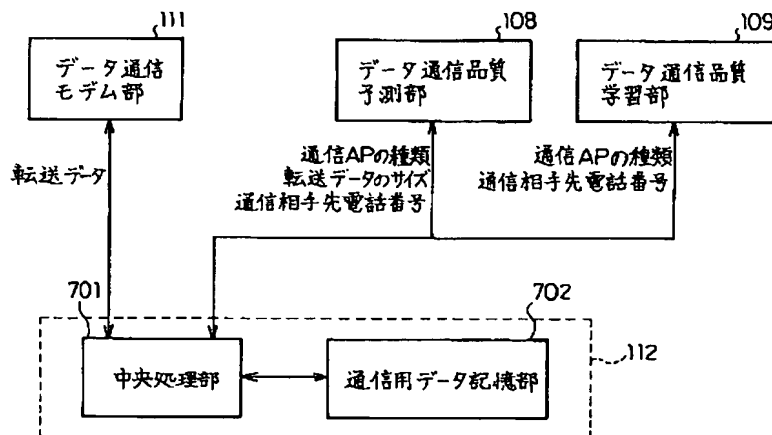
- 106 回線品質測定部(測定手段)
- 107 回線品質記憶部(回線品質記憶手段)
- 108 データ通信品質予測部(通信品質予測手段)
- 110 表示部(報知手段)
- 109 データ通信品質学習部(学習値決定手段)

## 6 4 5 学習値記憶部（学習値記憶手段）

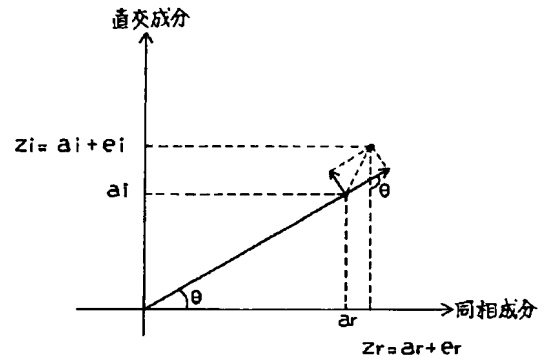
【図1】



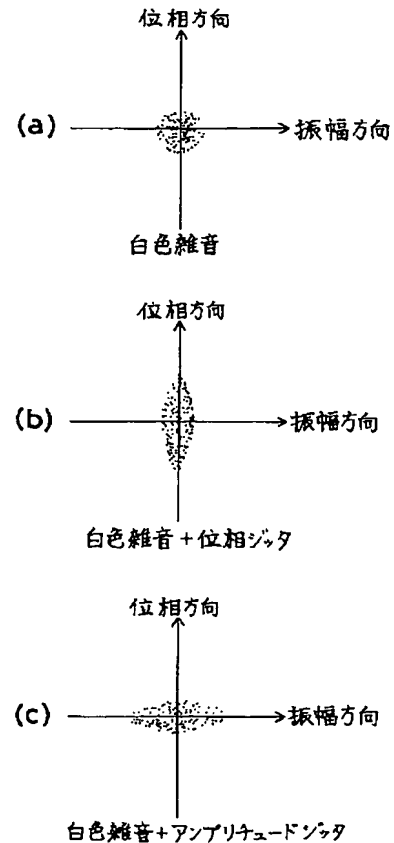
【図2】



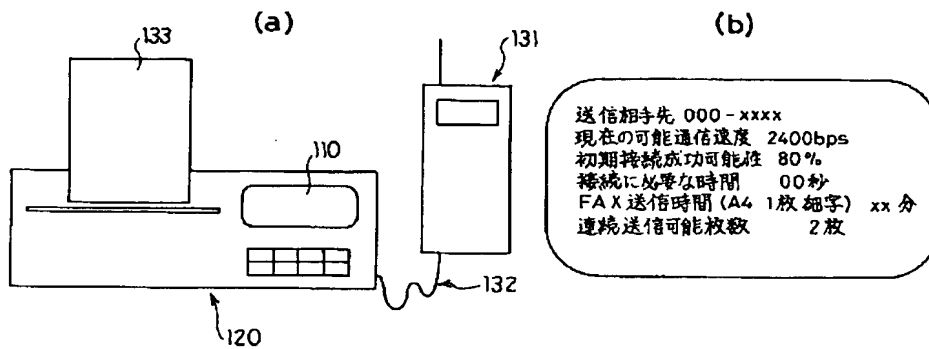
【図6】



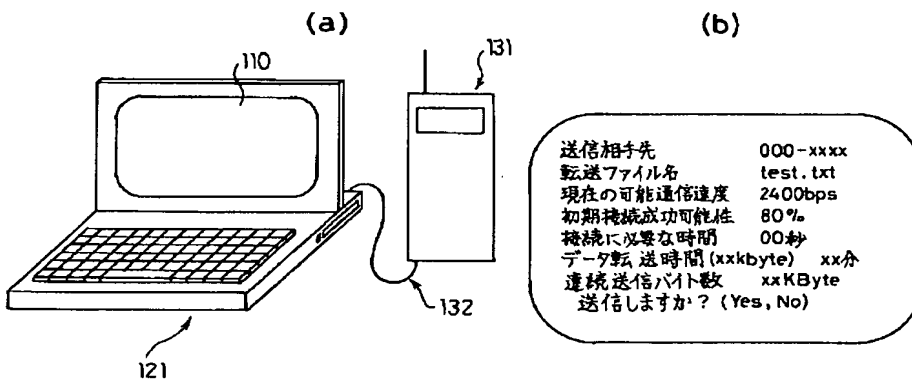
【図10】



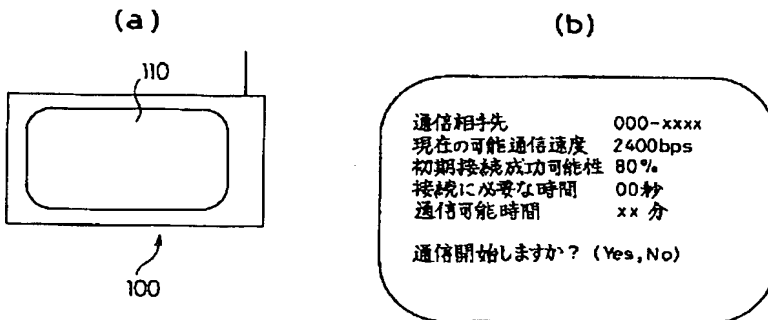
【図 3】



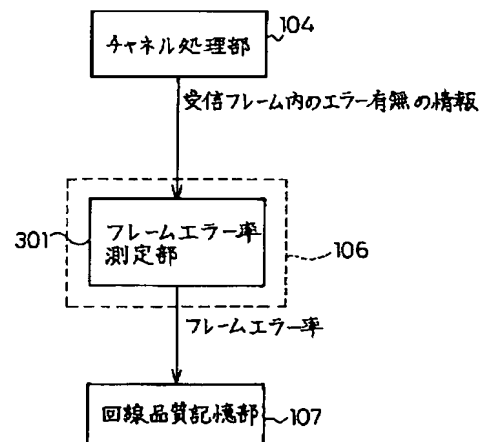
【図 4】



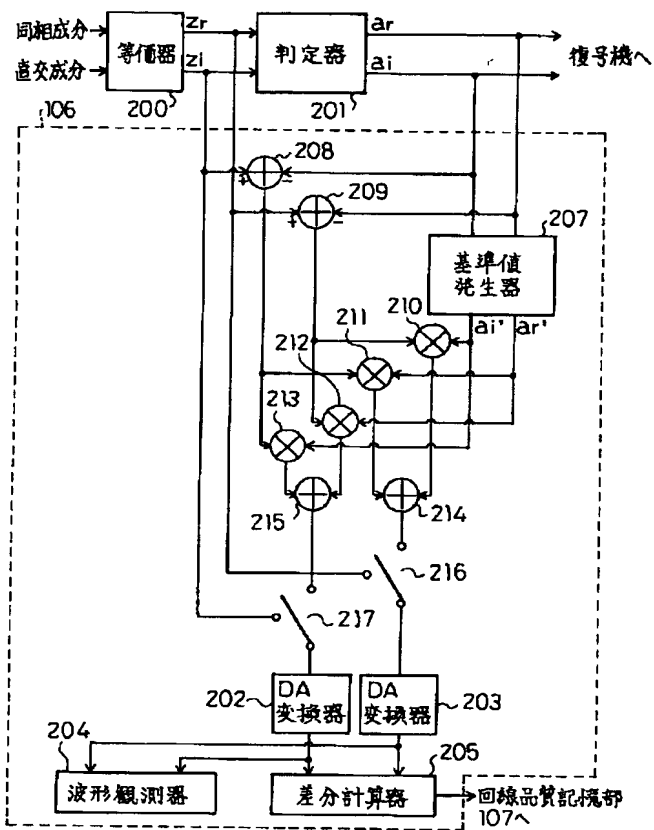
【図 5】



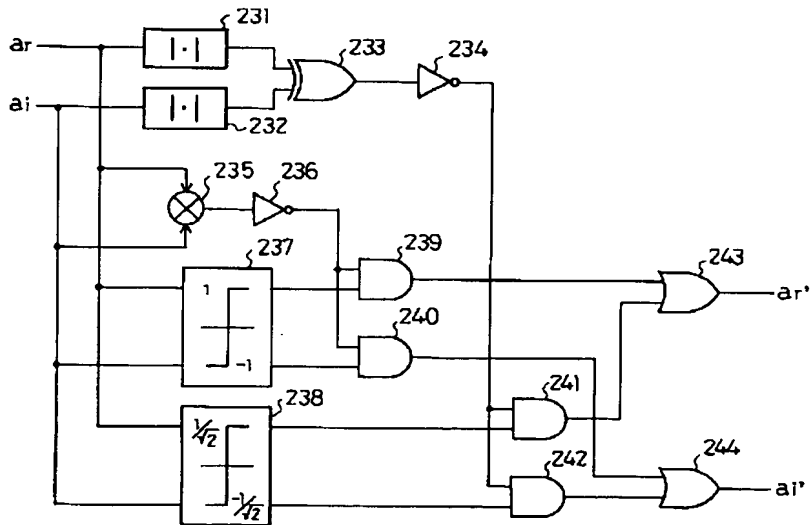
【図 12】



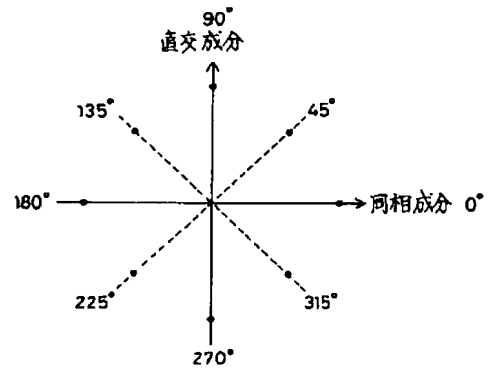
【図 7】



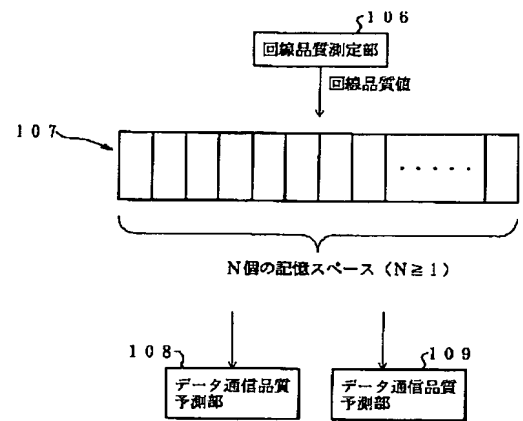
【図 8】



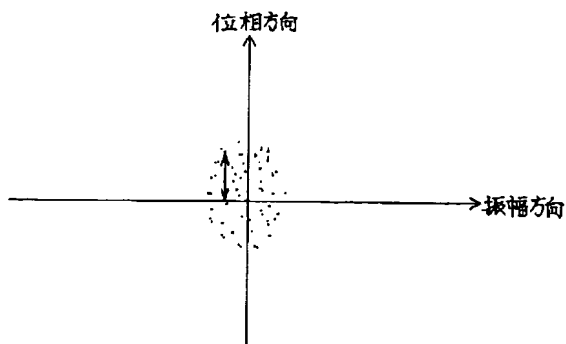
【図 9】



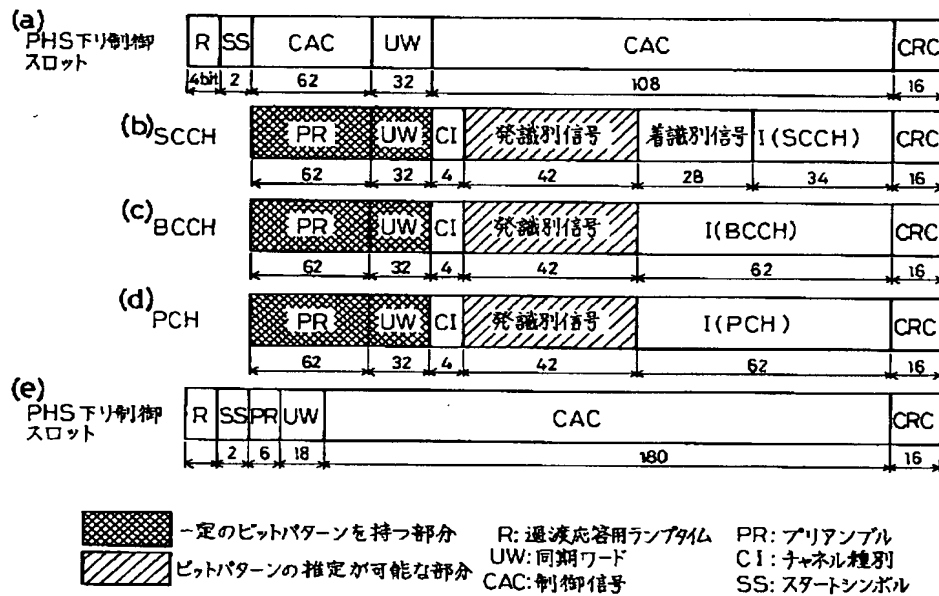
【図 15】



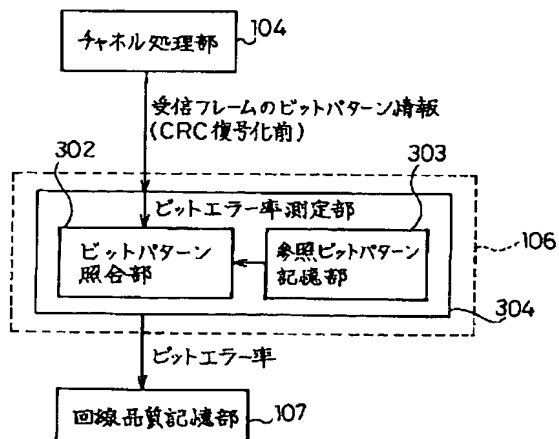
【図11】



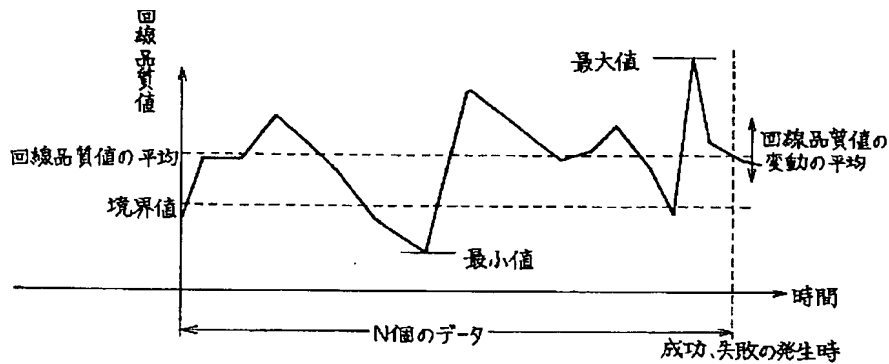
【図13】



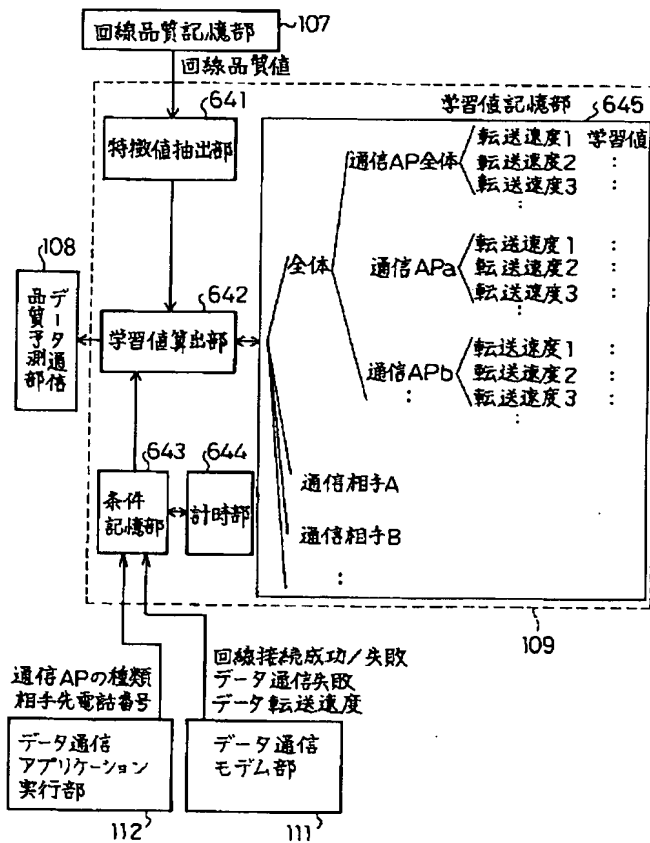
【図14】



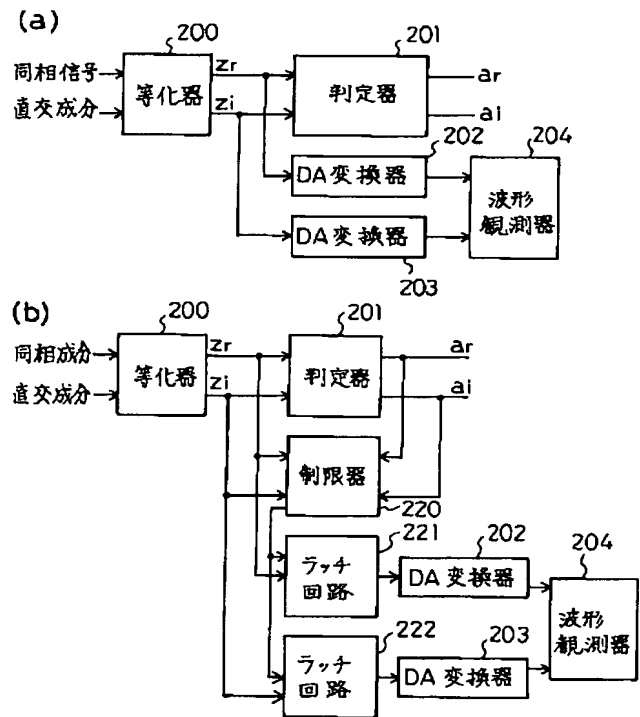
【図16】



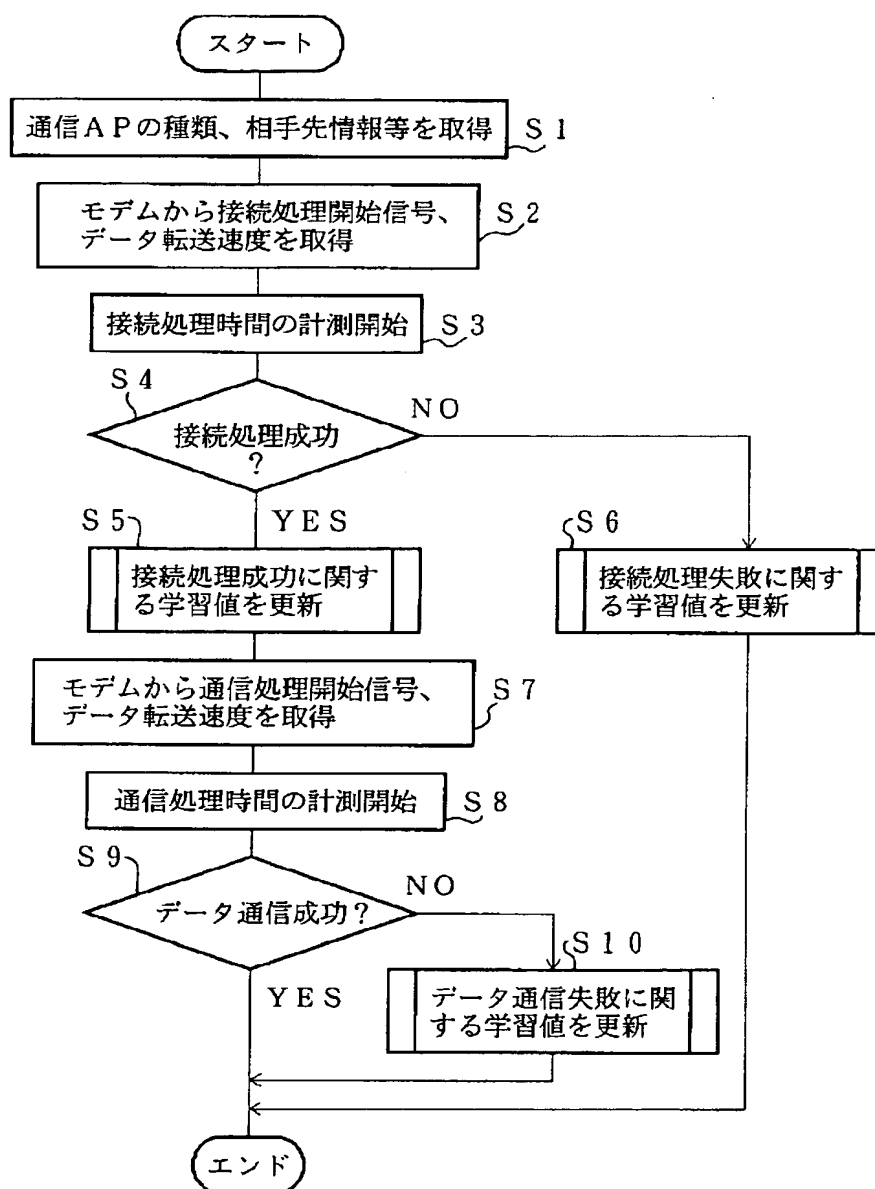
【図17】



【図25】

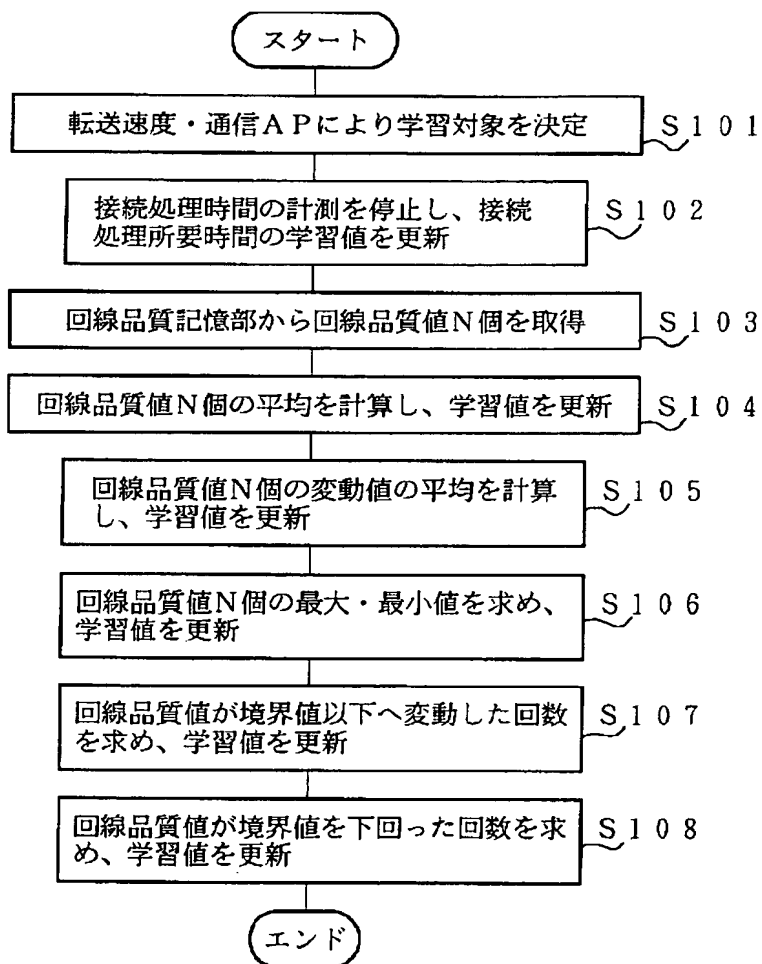


【図18】

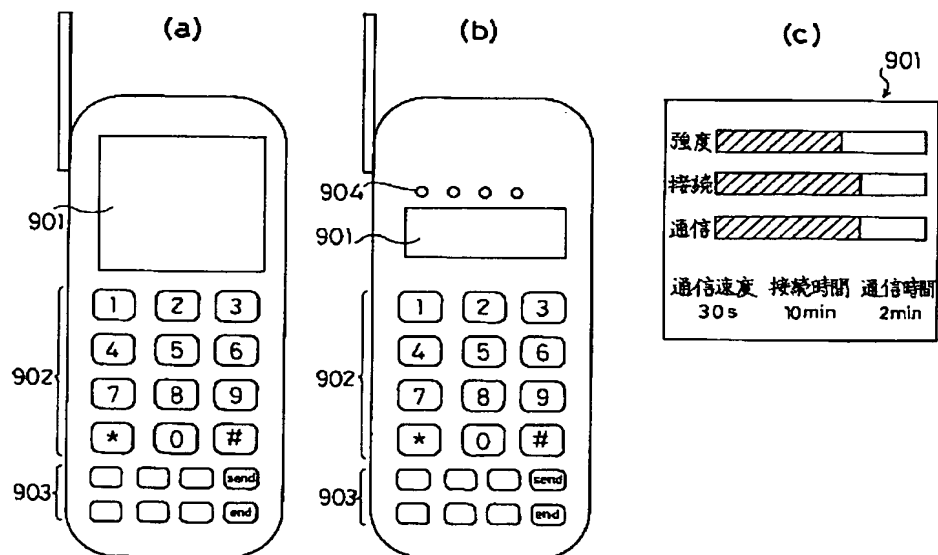




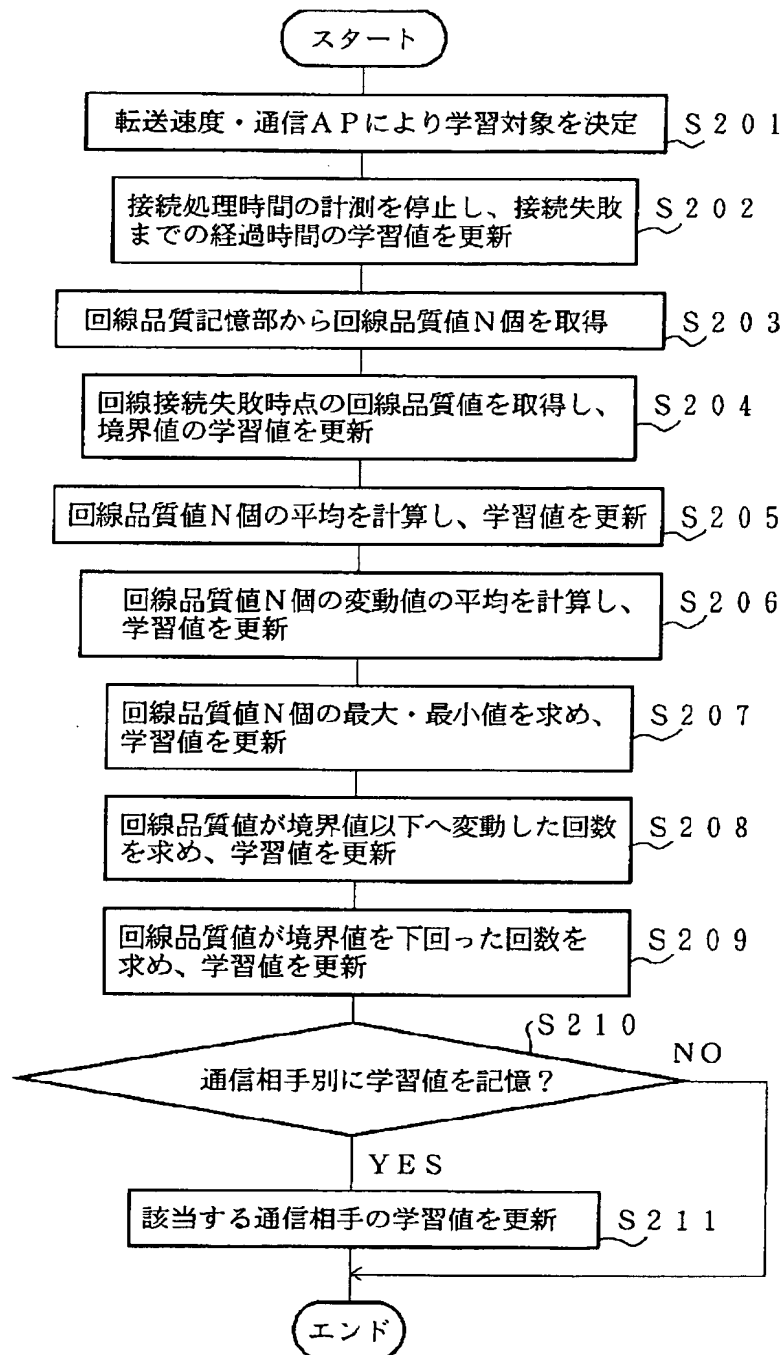
【図19】



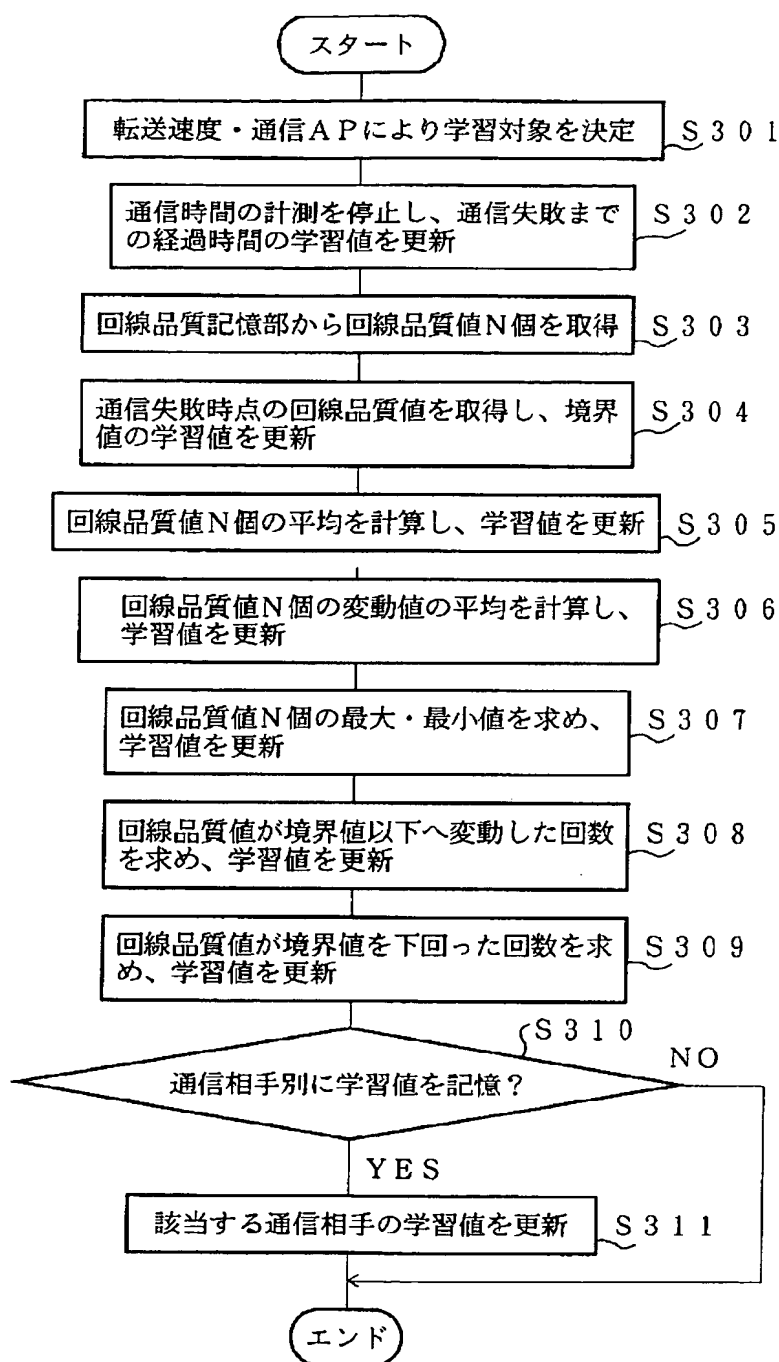
【図24】



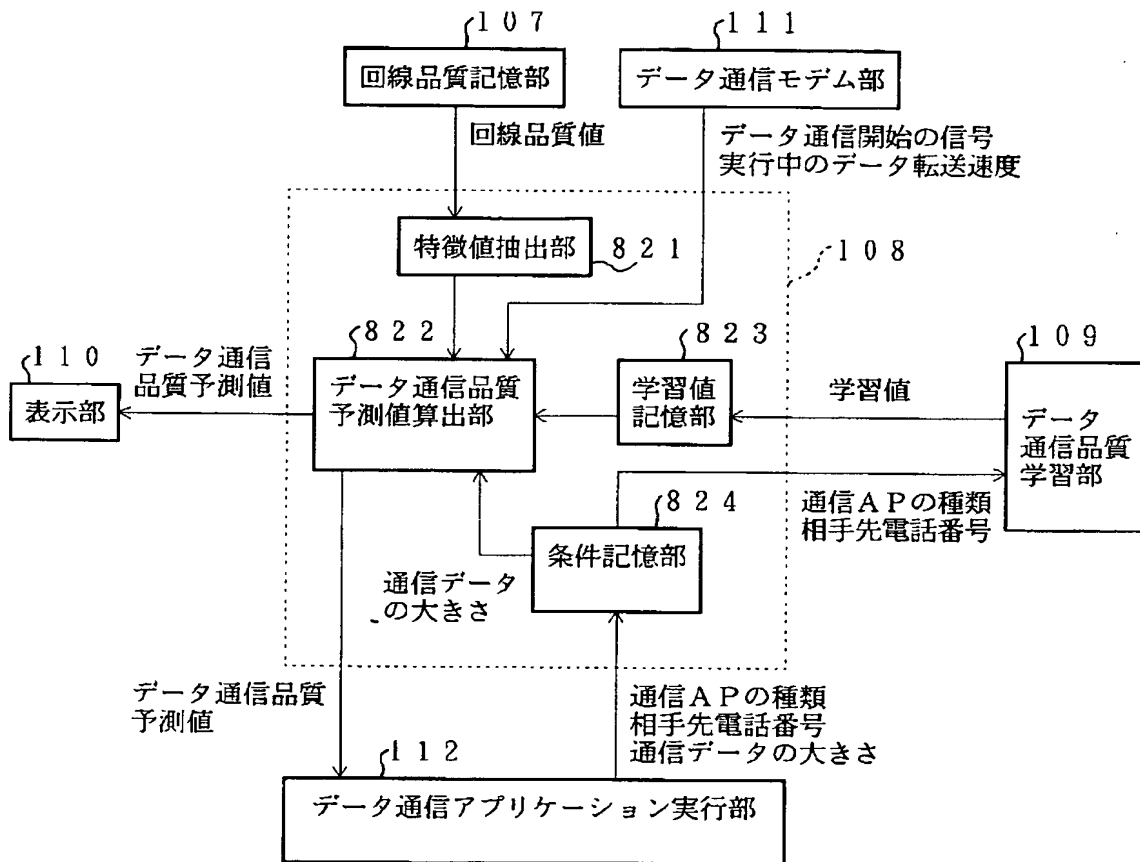
【図20】



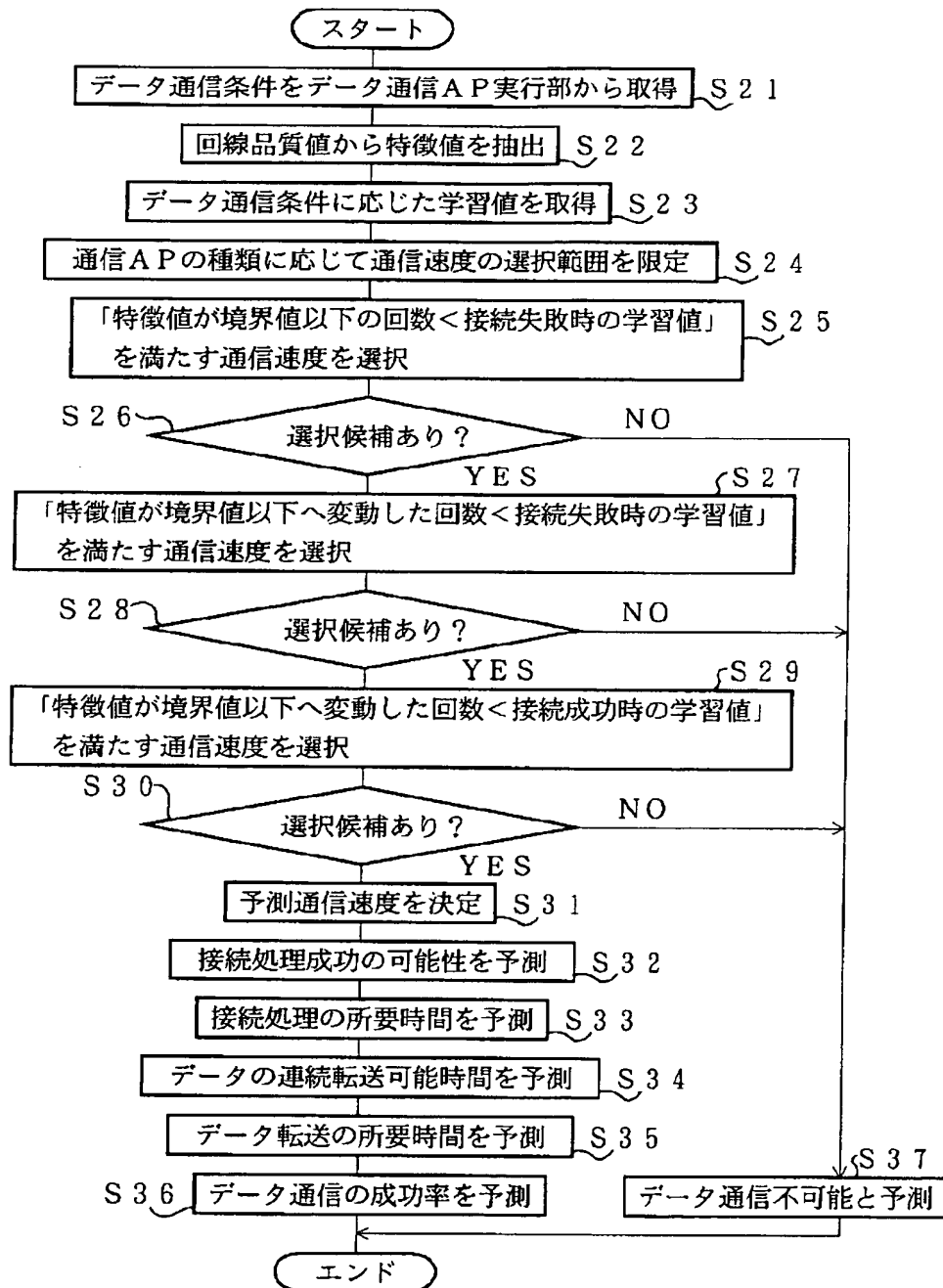
【図21】



【図22】



【図 2 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 4 L 27/18

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 4 B 7/26

技術表示箇所

K

1 0 9 M